

MARKUS RANTANEN

# LASERLEIKKAUKSEN HINNOITTELU- JÄRJESTELMÄN KEHITTÄMINEN

Tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunta  
Diplomityö  
Marraskuu 2019

# TIIVISTELMÄ

**MARKUS RANTANEN:** Laserleikkauksen hinnoittelujärjestelmän kehittäminen

Diplomityö, 79 sivua, 9 liitesivua

Tampereen yliopisto

Konetekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma

Lokakuu 2019

Tarkastajat: Professori Minna Lanz ja Tutkimuspäällikkö Jorma Vihinen

Tämän diplomityön tavoitteena on päivittää ohutlevypajan laserleikkauksen hinnoittelujärjestelmä. Kohdeyritys on Meyer Oy Turku, jolla on käytössään Fibermark Momentum Gen-3 kuitulaser. Ennen päivitystä hinnoittelu perustui kiinteään hinnan strategiaan. Hinta laserleikkeille oli siis aina aikaperusteinen vakiohintaa, riippumatta tuotannon tekijöistä.

Työn teoreettisessa osuudessa käsitellään kolmea pääaluetta. Ensimmäiseen alueeseen kuuluu kustannuslaskenta ja hinnoittelu. Kustannuslaskennassa käsitellään perinteisiä tapoja jakaa ja kohdistaa kustannuksia. Tavanomaisessa kustannuslaskennassa kaikki kustannukset jaetaan ja toimintoajattelussa ne kohdistetaan. Työssä käsitellään myös tunnetuimmat hinnoittelumenetelmät ja yleiset hinnoittelupolitiikan termit. Yksi luku koostuu lasertyöstössä esiintyvistä kustannustekijöistä ja yksi aiemmin toteutetuista hinnoittelututkimuksista. Toiseen alueeseen kuuluu työstölaserit ja metallien leikattavuus. Kirjallisuudesta havaittiin, että lasertyyppien suurimmat keskinäiset erot ovat leikkausnopeuksissa ja huoltokustannuksissa. Metallien leikkauksessa käytetään yleisimmin happi- tai typpiavustettua leikkausta. Hapella leikkaaminen on normaalisti typpileikkausta nopeampaa, mutta kuitulaserilla ero on melko pieni. Kolmannessa pääalueessa käydään läpi tämän työn aikana esille nousseita kehityskohteita. Näitä ovat esimerkiksi työpajat, mentoointi ja työelämäosaaminen.

Tämä työ toteutettiin monimenetelmällisellä tutkimusotteella. Työn empiirisessä osuudessa suoritettiin ensin aktiivinen havainnointijakso. Samalla laserin työntekijöille ja osaston työnjohtajille suoritettiin teemahaastatteluja. Tästä jatkettiin lomaketutkimuksen toteuttamiseen. Kysely lähetettiin 50 yritykseen, joista 8 vastasi siihen. Tutkimuksen vastausaktiivisuus oli 16 %. Lomakekyselyn analysointiin käytettiin kahta tapaa. Ensimmäinen oli  $\chi^2$  yhteensopivuustesti, jota verrattiin Suomessa aiemmin toteutettuun tutkimukseen. Toinen analyysimenetelmä oli Cronbachin alfa -kerroin, jolla arvioidaan lomaketutkimuksen sisäistä luotettavuutta. Työvaiheiden ajankäytön laskemiseksi kerättiin vanhoja leikkausraportteja, joista selvisi leikkausajat, materiaalien painot ja aineenvahvuudet. Laserleikkauksen osuus työstöstä oli vain 3,7 % kokonaistyöajasta. Tämän vuoksi leikkausaikaa ei voitu käyttää relevanttina hinnoitteluperusteena. Muiden työvaiheiden kulluttama työaika arvioitiin työntekijöiden toimesta. Näitä työvaiheita ovat hionta, valmisteiden käsittely, cad-piirto, materiaalien nouto ja leikkauksen vaatimat asetusajat.

Molemmat sekä kirjallisuuskatsaus, kuin myös empiirinen tutkimus tukivat kustannusperusteisen hinnoittelun mallia. Tuloksena syntyi kaksi kappaletta Excel-taulukko pohjaisia hinnoittelumenetelmiä. Nämä ovat omakustannushinnoittelu ja omakustannushinnoitteluun yhdistetty toimintahinnoittelu. Molemmista taulukoista on kahdeksan eri versiota.

Kiinnostavia ja suositeltavia kehityskohteita ovat, segmentointi, asiakasuskollisuuden seuranta ja tuotannon ohjauksen kehitys.

Avainsanat: Laser, Hinnoittelu, Kustannuslaskenta

# ABSTRACT

**Markus Rantanen:** Development of the laser cutting pricing systems

Master of Science Thesis, 79 pages, 9 Appendix pages

Tampere University

Master's Degree Programme in Mechanical Engineering

October 2019

Examiners: Professor Minna Lanz and Research Manager Jorma Vihinen

---

The goal of this thesis was to update the pricing system for laser cutting. The target company is a sheet metal workshop, which is a subsidiary of the dock Meyer Oy in Turku, Finland. A Fibemark Momentum Gen-3 laser machine is used in the workshop. Before the update, pricing was based on a flat rate. In other words, the laser item prices were always simple time-based standard, without any other indicators of the production.

The theoretical portion of the work deals with three main areas. The first one is cost accounting and pricing. Cost accounting deals with traditional ways to divide and allocate costs. In cost accounting, all the costs are typically divided while in the function thinking they are allocated. The established pricing methods and terms of the pricing policy are also examined in the work. The second section includes processing lasers and metal cutting. From the literature it was noticed that the biggest differences are in cutting speeds and maintenance costs. Oxygen or nitrogen is usually used as an assist gas in the cutting of metals. Oxygen cutting is faster than nitrogen cutting, but with fiber lasers the differences are not significant. The third section reviews areas for further development that became apparent during this work. These include workshops, mentoring, and working skills.

This thesis was carried out with a multi-method study approach. In the practical study of the work an active observation period was first performed. At the same time interviews were carried out with the workers of the laser foremen of the department. From this the form of study was determined. The inquiry was sent to 50 companies, 8 of which answered, giving a response rate of 16%. The questionnaire was analyzed in two ways. First was an  $\chi^2$  compatibility test, which was compared with the study that was carried out earlier in Finland. Another analysis method was with the Cronbach's alpha test, with which reliability inside the form study is estimated. To calculate the length of time used by each stage, old cutting reports were collected. Laser cutting accounted for only 3,7% of the total working time. Therefore, it was not possible to use the cutting time as a relevant pricing principle. The working hours used in other stages were estimated by the workers. Some of these stages include grinding, the handling of products, CAD drafting, fetching of materials, and the calibrations required by the cutting.

Both the theoretical research and the practical study supported the pricing which is based on the costs. Therefore, the other pricing methods were excluded. At the end, two pricing methods which are used on excel tables formed the main results of the thesis. These methods are own cost pricing and function pricing. Both versions have eight different tables. Half of the tables are for the customer's pricing and other half to a pricing inside the company. The differences of the tables are mainly in the prices of assist gases and materials.

There are several interesting and recommendable further study topics. These include trace calculation, segmentation, pursuing customer loyalty, and developing production.

Keywords: Laser, Pricing, Cost accounting

# SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO .....	8
1.1 Yrityksen tarve .....	8
1.2 Tutkimuksen tavoitteet .....	9
1.3 Tutkimuskysymykset .....	9
1.4 Tutkimusmenetelmät .....	10
1.4.1 Lomakehaastattelu .....	11
1.4.2 Havainnointi .....	12
1.4.3 Teemahaastattelu .....	13
1.4.4 Monimenetelmällinen tutkimusote ja triangulaatio .....	14
1.4.5 Laadulliset analyysimenetelmät .....	14
1.5 Työn rakenne .....	16
2. KIRJALLISUUSKATSAUS .....	17
2.1 Kustannuslaskenta .....	17
2.1.1 Kustannusten ennakointi ja luokittelu .....	17
2.1.2 Materiaalikustannuslaskenta .....	19
2.1.3 Kannattavuusanalyysi .....	20
2.2 Toimintolaskenta .....	21
2.3 Hinnoittelu .....	23
2.3.1 Kustannusperusteinen hinnoittelu .....	24
2.3.2 Markkinalähtöinen hinnoittelu .....	29
2.3.3 Kannattavuusperusteinen hinnoittelu .....	29
2.3.4 Segmentointi .....	29
2.4 Kustannustekijät .....	30
2.5 Aiempia hinnoittelututkimuksia .....	32
2.6 Laser .....	33
2.6.1 Teknologia .....	33
2.6.2 Työstölaserit .....	34
2.7 Laserleikkaus .....	37
2.7.1 Inerttinen sulatus .....	38
2.7.2 Aktiivinen sulatus .....	38
2.7.3 Metallien leikattavuus .....	38
2.8 Tuotannonohjaus ja ammattitaidot .....	39
2.8.1 Kapasiteetti ja arvoa tuottava asiakas .....	39
2.8.2 Tuotannon kehittäminen ja kaizen .....	41
2.8.3 Työelämäosaaminen .....	46
3. NYKYTILA JA EMPIIRISET TUTKIMUKSET .....	48
3.1 Havainnointi ja teemahaastattelu .....	49
3.2 Lomaketutkimus .....	51
3.3 Tutkimusten tulokset ja päätelmät .....	60
3.4 Oma kustannuslaskentamalli .....	63
3.5 Toimintomalli .....	66
4. TULOKSET .....	69

5. PÄÄTELMÄT JA JATKOKEHITYS .....	71
6. YHTEENVETO .....	75
LÄHTEET .....	76

LIITE A: PUOLISTRUKTUROITU HAASTATTELU TYÖNTEKIJÖILLE

LIITE B: PUOLISTRUKTUROITU HAASTATTELU TYÖNJOHTAJILLE

LIITE C: LEIKKAUSRAPORTTI

LIITE D: HINNOITTELUTUTKIMUS LÄHDE [23, S. 326-336]

LIITE E: LOMAKEKYSELY

LIITE F: KAIZEN TARKISTUSLISTA

## KUVALUETTELO

<i>Kuva 1. Diplomityön menetelmät</i> .....	10
<i>Kuva 2. Kustannusten luokitteluja [49, s. 55]</i> .....	18
<i>Kuva 3. Kriittinen piste [15, s. 168]</i> .....	20
<i>Kuva 4. Katetuottokuvio [41, s. 50].</i> .....	21
<i>Kuva 5. Toimintolaskenta [20, s. 147].</i> .....	22
<i>Kuva 6. Esimerkki vajaakäytön vaikutuksista kustannuksiin [49, s. 158].</i> .....	23
<i>Kuva 7. Tuotteen hintaan vaikuttavat tekijät [6, s. 238].</i> .....	24
<i>Kuva 8. Yleiskustannuslisien laskentaperiaate [23, s. 169].</i> .....	27
<i>Kuva 9. Lasertyöstölaitteiden jakauma sovellusalueittain kansainvälisesti [5].</i> .....	34
<i>Kuva 10. Lasertyyppien markkinajakauma kansainvälisesti [5].</i> .....	34
<i>Kuva 11. Korkeatehoisen kuitulaserin kaksinkertainen kuitu [7, s. 1-3].</i> .....	35
<i>Kuva 12. 6 kilowattisen kuitulaserin ja CO<sub>2</sub>-laserin leikkausnopeuden vertailu ruostumattoman teräksen tyypileikkauksessa [7, s. 287-290]</i> .....	37
<i>Kuva 13. Kapasiteetti [13, s. 401].</i> .....	40
<i>Kuva 14. Tahtiaika [37, s. 73]</i> .....	41
<i>Kuva 15. Laatuympyrä [52, s. 289].</i> .....	43
<i>Kuva 16. Kahdeksan askeleen ongelmanratkaisu [27, s. 60].</i> .....	44
<i>Kuva 17. Ulkoistamispäätökseen liittyvät kriittiset tekijät [52, s. 174]</i> .....	45
<i>Kuva 18. Prosessiosaaminen ja substanssiosaaminen [40, s. 68].</i> .....	46
<i>Kuva 19. Sekametallien toimintoajurit.</i> .....	66
<i>Kuva 20. Alumiinin toimintoajurit.</i> .....	67

## TAULUKKOLUETTELO

<i>Taulukko 1. Operatiivisten kustannusten vertailu [7, s. 287-290].....</i>	<i>36</i>
<i>Taulukko 2. Leikkausalue. ....</i>	<i>49</i>
<i>Taulukko 3. Leikkausraportti. ....</i>	<i>49</i>
<i>Taulukko 4. Yritysten hinnoittelutapa. ....</i>	<i>52</i>
<i>Taulukko 5. Yritysten tuotekustannuslaskelman periaatteet. ....</i>	<i>52</i>
<i>Taulukko 6. Tavoitetuoton vaikutus katteisiin. ....</i>	<i>53</i>
<i>Taulukko 7. Kysynnän vaikutus katteisiin. ....</i>	<i>53</i>
<i>Taulukko 8. Kilpailun vaikutus katteisiin. ....</i>	<i>54</i>
<i>Taulukko 9. Hintasopimusten vaikutus katteisiin. ....</i>	<i>54</i>
<i>Taulukko 10. Tilannetekijöiden vaikutus katteisiin. ....</i>	<i>55</i>
<i>Taulukko 11. Yritysten tärkein strateginen tavoite. ....</i>	<i>55</i>
<i>Taulukko 12. Hinnoittelustrategiat. ....</i>	<i>56</i>
<i>Taulukko 13. Toimintolaskenta. ....</i>	<i>56</i>
<i>Taulukko 14. Kustannustekijöiden merkitys. ....</i>	<i>57</i>
<i>Taulukko 15. Myyjän päätösvalta. ....</i>	<i>58</i>
<i>Taulukko 16. Jälkilaskenta. ....</i>	<i>58</i>
<i>Taulukko 17. Tyytyväisyys omaan hinnoittelujärjestelmään. ....</i>	<i>59</i>
<i>Taulukko 18. Hinnoittelujärjestelmän kehityksen tarve. ....</i>	<i>59</i>
<i>Taulukko 19. Raaka-aineiden kulutus. ....</i>	<i>64</i>
<i>Taulukko 20. Omakustannushinnoittelu malli. ....</i>	<i>69</i>
<i>Taulukko 21. Toimintomalli. ....</i>	<i>70</i>

## LYHENTEET JA MERKINNÄT

Aktiivinen sulatus	Happiavustettu sulattava leikkaus
CO <sub>2</sub>	Hiilidioksidin kemiallinen merkki
Diodi	Elektroniikan anodista ja katodista muodostuva komponentti, joka sallii sähkövirran kulkemisen vain yhteen suuntaan
Eksoterminen reaktio	Lämpöä vapauttava kemiallinen reaktio
Emissio	Elektronien poisvirtaus
Excimer	Lyhytikäinen molekyyli
Inerttinen sulatus	Sulattavaa leikkausta inerttisellä suojakaasulla, kuten heliumilla tai typellä
Kaizen	Toyotan jatkuvan kehityksen konsepti
Molekyyli	Kahden tai useamman kovalenttisesti sitoutuneen atomin ryhmä
Nd: YAG	Neodyymi seostettu kristalli, joka sisältää yttrium-alumiinipiioksidia
Oksidikerros	Montaa alkuainetta sisältävä metalleja suojaava kerros
Plan-do-check-act	Kaizeniin kuuluva konsepti
Resonaattori	Määritetyillä taajuuksilla luonnollisesti värähtelevä laite



# 1. JOHDANTO

Hinnoittelu on yksi yrityksen tärkeimmistä osa-alueista, jonka epäonnistuminen johtaa pahimmillaan konkurssiin [24, s. 20-21]. Liian kallis hinnoittelu johtaa asiakkaiden menettämiseen ja liian halpa taas tuottokatteiden vähenemiseen. Hinnoittelualue saattaa olla silloin hyvin kapealla sektorilla. Samaan aikaan hinnoittelun tulee perustua selkeisiin malleihin, kuten kustannuksiin tai vallitsevaan yleistasoon [6, s. 233].

Tämä opinnäytetyö tehdään Meyer Oy telakan ohutlevytyöpajalle. Ohutlevypajalla on käytössään laserleikkuri, jonka työn hinnoitteluna käytetään toistaiseksi kiinteää tuntihintaa. Hinta on siis aina sama riippumatta muista tuotannontekijöistä, kuten materiaalista, osien geometriasta tai leikkausajoista.

Työn tarkoituksena on luoda tälle laserleikkurille uusi hinnoittelumenetelmä erilaisilla variaatioilla. Työn tuloksena esiteltävät hinnoittelumenetelmät painottuvat tarkkaan kustannuslaskentaan ja aiempiin kirjallisuuskatsauksiin aiheesta. Hinnoittelumenetelmän valinta tehdään pääosin työssä tehtävän lomakekyselyn (LIITE E) avulla. Lomakekyselyssä käytetään analyysimenetelminä yhteensopivuusvertailua aiempiin tutkimuksiin, sekä Cronbachin alfa -kerrointa sisäisen luotettavuuden arviointiin. Kustannustekijöiden tarkaksi selvittämiseksi suoritetaan myös havainnointia ja työntekijöiden teemahaastatteluja (LIITTEET A ja B). Seuraavissa luvuissa kuvaillaan yrityksen tarve, tutkimuksen tärkeimmät tavoitteet, kysymykset ja metodit sekä työn rakenne.

## 1.1 Yrityksen tarve

Meyerin ohutlevytyöpajan tuotannon läpimenoaika on parantunut selkeästi laserleikkauksen myötä. Laserleikkeiden hinnoittelu perustuu kiinteän hinnan menetelmään, joka on vanhanaikainen ja jäykkä [49, s. 185]. Tuotevariaatiot ovat kasvaneet ja osien geometriat hankaloituneet. Tuotannon läpimenoajan kasvaessa hinnat ovat muuttuneet eriarvoisiksi. Kiinteän hinnan menetelmässä laskutetaan asiakkaita samalla tuntihinnalla, vaikka asiakkaiden tilausmäärät vaihtelevat huomattavasti. Tämä aiheuttaa hinnoissa yli- ja alihinnoittelua. Tästä johtuen yritys tarvitsee laserleikkeiden hinnoitteluun päivitystä, joka sisältää useita variaatioita. Uuden hinnoittelun tulee huomioida paremmin asiakkaan arvo yritykselle.

## 1.2 Tutkimuksen tavoitteet

Tutkimuksen päätavoitteena on luoda hinnoittelumalli laserleikattaville osille. Mallin vaatimukset muodostuvat seuraavista tavoitteista.

**Tavoite 1-** Uuden hinnoittelumallin tulee olla vanhaa menetelmää monipuolisempi ja sen on huomioitava kustannustekijät tarkasti. Vanhassa menetelmässä käytetään aina kiinteää hintaa, joten menetelmä on melko joustamaton. Uuden hinnoittelumallin tavoite on huomioida tuotannossa tapahtuvia muutoksia ja kohdistaa hinta entistä mallia oikeudenmukaisemmin.

**Tavoite 2-** Hinnoittelumallin tulee monipuolisuudesta huolimatta säilyä yksinkertaisena sen käyttäjälle. Tavoitteena on siis mallin helppokäyttöisyys.

**Tavoite 3-** Hinnoittelumallin tulee muodostua niin monesta pohjarakenteesta, että jokaiselle työlle on mahdollista luoda optimaalinen hinta. Hinnoittelu sisältää useita kustannustekijöitä ja tuotannon vaiheita. Laserleikkausprosessi koostuu leikkauksesta, hionnasta, valmisteiden käsittelystä sekä materiaalien noudosta.

## 1.3 Tutkimuskysymykset

Tavoitteen saavuttamiseksi määritellään seuraavat tutkimuskysymykset.

**Tutkimuskysymys 1-** Onko kuitulaser paras laserkone kohdeyrityksen käyttöön?

**Tutkimuskysymys 2-** Millaisia hinnoittelumenetelmiä tunnetaan entuudestaan?

**Tutkimuskysymys 3-** Mitä kustannustekijöitä on otettava huomioon laserleikkeiden hinnoittelussa?

**Tutkimuskysymys 4-** Mihin vastaavia osia valmistavien alihankkijoiden hinnoittelu perustuu?

Kirjallisuuskatsauksessa selvitetään suurteholasereilla olevia eroja työstönopeuksien, huoltojen ja leikkausnopeuksien osalta. Työssä tutustutaan hinnoittelujärjestelmiin ja niiden ominaisuuksiin, sekä pohditaan niiden soveltuvuutta. Kirjallisuudesta ja kohdeyrityksen raporteista löytyy runsaasti tietoa kustannuksista, jonka avulla arvioidaan, mitkä kustannustekijät kuuluvat laserleikkeiden hinnoitteluun.

## 1.4 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelminä käytetään seuraavia metodeja.

**Kirjallisuuskatsaus-** Laserteknologiaan, tuotannonohjaukseen sekä kustannustekijöihin ja hinnoittelujärjestelmiin perustuva kirjallisuus.

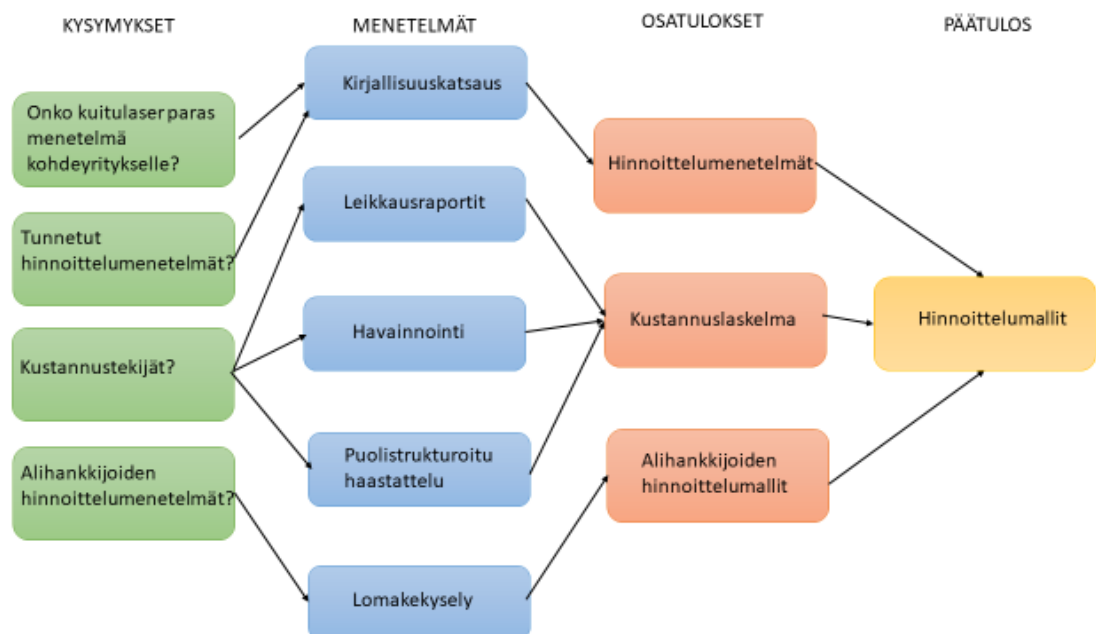
**Leikkausraportit-** Yrityksen antama data leikkausajoista, materiaaleista ja järjestelmän parametreista.

**Havainnointi-** Laserleikkurin työajalla tapahtuva havainnointi.

**Puolistrukturoitu teemahaastattelu-** Kustannusten tarkkuuden selvittämiseksi suoritetaan työntekijöiden ja työnjohtajien haastatteluja.

**Lomakekysely-** Laseryrityksille teetettävä kysely niiden käyttämistä hinnoittelumenetelmistä.

Kirjallisuuskatsauksessa pyritään löytämään vastaukset tutkimuskysymyksiin 1 ja 2 luku 1.3. Tutkimuskysymystä kolme tarkastellaan havainnoinnin ja puolistrukturoitujen teemahaastattelujen avulla. Tutkimuskysymykseen 4 pyritään löytämään vastaus suorittamalla lomakekysely laserleikkausyrityksille. Diplomityön kulkua havainnollistaa kuva 1.



**Kuva 1.** Diplomityön menetelmät

### 1.4.1 Lomakehaastattelu

Lomakekysely on useimmiten määrälliseen tutkimukseen perustuva menetelmä. Kyselyn otannan koko on tavanomaisesti suuri. Tällä pyritään yleensä saavuttamaan koko perusjoukkoon yleistettävissä olevia tuloksia [50, s. 102]. Lomaketutkimuksessa kysymysten järjestykset ja vastausvaihtoehdot ovat tarkkuuden saavuttamiseksi täysin määriteltäviä [16, s. 44]. Määrällisessä tutkimuksessa pyritään tekemään päätelmiä ja yleistyksiä erilaisten numeeristen hypoteesien kautta. Tutkimuksen analyysi muodostuu tavanomaisesti keskiarvoista, variansseista ja frekvensseistä [2, s. 52]. Hypoteesien yleistämistä varten suoritetaan usein myös tilastollinen merkitsevyystestaus, jolla testataan sattuman vaikutusta tuloksiin [51, s. 259].

Asenteiden ja mielipiteiden mittauksessa käytetään usein Likertin asteikoksi kutsuttavaa menetelmää. Tällä menetelmällä pyritään yleensä selvittämään asteikon keskiarvoja ja mediaaneja, joita käytetään analyysin hypoteeseina. Likertin asteikolla käytetään yleensä paritonta asteikkoa, kuten viisi tai seitsemän porrasta sisältävää vastausvaihtoehtoa. Viisiportaisessa asteikossa nimeämiset voidaan tehdä esimerkiksi seuraavasti (1-5) luku 1 = täysin eri mieltä = 5 täysin samaa mieltä. [50, s. 106-107].

Laadulliselle- tai pienelle määrälliselle aineistolle on mahdollista hyödyntää määrälliseen aineiston traditioon kuuluvia parametrittomia menetelmiä. Tätä kutsutaan pienten aineistojen tilastolliseksi testaamiseksi. Parametriton metodiikka antaa mahdollisuuden yleistää tutkittuja tapauksia, edellyttäen tutkittujen tapausten määrän olevan vähintään 3 kpl [51, s. 276-277]. Suurin ero parametrisiin menetelmiin on oletusten tarpeen vähyys [51, s. 278]. Havaintojen määrän ollessa pieni voi parametriton menetelmä olla joskus ainoa vaihtoehto. Nämä menetelmät ovat klassisia menetelmiä heikompia ja niiden tehokkuuteen tulee aina suhtautua varovaisuudella. Yksi keino lisätä niiden luotettavuutta on verrata niiden tulosta vastaavaan parametrisiin menetelmään [51, s. 276-291].

Kahden otoksen prosenttiosuuksien jakautumista voidaan testata  $\chi^2$  yhteensopivuustestillä. Testissä tutkitaan paljonko otosten havaitut ja odotetut frekvenssit eroavat toisistaan. Erojen ollessa tarpeeksi suuria voidaan todeta, että havaitut erot eivät johdu sattumasta vaan ne pätevät todennäköisesti koko perusjoukossa. Kriittisenä p- arvona käytetään tilastotieteessä usein arvoa 0,05. Testin suorittamiseksi luokitellaan aina kaksi toisistaan eroavaa hypoteesia. Tässä testissä  $H_0$ :n mukaan otosten prosenttiosuudet jakautuvat yhteneväisesti. Vaihtoehtoisesti  $H_1$  hypoteesin mukaan otosten prosenttiosuudet eroavat liikaa, jotta niillä voitaisi väittää olevan yhteneväisyyttä. Tässä testissä  $H_0$  hyväksytään, jos p- arvo on yli 0,05. Testi kuuluu parametrittomiin testeihin missä ei tarvita

oletusta otoksen normaalijakautuneisuudesta. Pienten otosten korkeisiin p- lukuihin tulisi sattumanvaraisuuden vuoksi suhtautua varovaisuudella [30, s. 44-48].

Analyysin pätevyyden arvioimiseksi voidaan käyttää useita luotettavuutta mittaavia menetelmiä. Yksi tunnetuimmista mittareista on Cronbachin alfa- kerroin, jolla arvioidaan luotettavuuskerrointa asteikolla 0-1 kaava (1)

$$a = \frac{p}{p-1} * \left(1 - \frac{\sum s_i^2}{s^2}\right) \quad (1)$$

$a$  = Cronbachin alfa

$p$  = Osioiden lukumäärä

$s_i^2$  = Käytettävän kokonaisasteikon varianssi

$s^2$  = Osioiden varianssi

Nyrkkisääntönä hyväksytylle luotettavuudelle käytetään 0,7:n arvoa. Testi on erittäin sensitiivinen otannan lukumäärälle, joka saattaa helposti laskea arvon alle 0,5:n, kun otoksen koko on alle 10 kpl. Testin luotettavuuteen pienillä otoksilla on suhtauduttava erityisellä varauksella. Lomakehaastattelun analyysiin voi myös soveltaa yhdenmukaisuuden vertailua aiempiin samankaltaisiin tutkimuksiin [11, s. 155].

### 1.4.2 Havainnointi

Ihminen tekee jatkuvasti havaintoja ympäristöstä. Näitä havaintoja voidaan käyttää johdantolankoina uuden tiedon löytämiseksi. Kaikki havainnot eivät ole kuitenkaan kelvollisia tieteellisen tutkimuksen aineistoksi. Arkihavainnointiin liittyy aina virheellisiä tulkintoja, jossittelua ja liian yksinkertaisia selityksiä. Tieteellisen tutkimuksen havainnot vaativatkin kriittistä, johdonmukaista ja suunnitelmallista tutkimuskehystä. Tämä edellyttää havainnointikohteen tarkkaa rajausta ja sen kokonaisvaltaista tarkastelua. Tieteellisen havainnoinnin kriteerien täyttyminen on todella riippuvainen tutkijan kyvyistä tulkita näkemäänsä. Tutkijan mahdolliset esitiedot, sekä ymmärrys ilmiöstä helpottavat tieteellisen havainnoinnin tekemistä [50, s. 156-159].

Tutkimuskohteen havainnointi on perinteinen tiedonkeruumenetelmä laadullisessa tutkimuksessa. Havainnointia käytetään yleensä apuna muiden aineistonkeruumenetelmien kanssa. Ainoana aineistonkeruumenetelmänä se on harvoin riittävä analyysiä varten. Havainnoinnin soveltaminen menetelmänä on aikaa vievä prosessi, joka tulee hyvin perustella. Haastattelut kertovat ilmiön toteutumista teoriassa. Havainnoinnin käyttäminen voi olla perusteltua, kun on tarve tutkia normien toteutumista käytännössä. Havainnoin-

nin käyttäminen voi olla perusteltua, mikäli kohteesta on todella vähän esitietoa käytävissä. Tällöin voi olla vaikeaa valmistaa haastatteluaineistoa. Tällä tavalla voidaan joskus löytää isojakin ristiriitoja haastatteluiden ja havaintojen välillä. Havainnot voivat myös kytkeä muiden aineistojen yhteyttä aiheeseen ja lisätä näin kerätyn tiedon laatua [48, s. 93-94].

### 1.4.3 Teemahaastattelu

Haastattelutyypit jaetaan karkeasti strukturointiasteen perusteella, huomioiden kuinka kysymykset on muotoiltu ja paljonko haastattelijä ohjaa haastattelun kulkua. Mitä tarkemmin kysymykset ja haastattelutilanne on rajattu, sitä enemmän puhutaan strukturoidusta haastattelusta [50, s. 29-30]. Teemahaastattelu on puolistrukturoituihin haastatteluihin lukeutuva menetelmä, jossa aiheena on kaikille haastateltaville esitettävä yhteinen teema. Puolistrukturoiduissa haastatteluissa kysymykset ovat kaikille samat, mutta vastausvaihtoehtoja ei ole määritetty. Tämä antaa vapauden haastateltavalle vastata kysymyksiin vapaasti omin sanoin. Teemahaastattelu on rakenteeltaan lähempänä strukturoimatonta kuin strukturoitua haastattelua. Muissa puolistrukturoiduissa haastatteluissa on tyypillisesti tarkat järjestykset kysymyksille. Teemahaastattelua ei tarvitse sitoa määrälliseen tai laadulliseen tutkimukseen. Teemahaastattelun analysoinnissa voidaankin käyttää, sekä määrällisiä, että laadullisia käytäntöjä [16, s. 47-48].

Teemahaastattelun analyysimenetelmiä on sen luonteesta johtuen todella paljon. Käytännössä siihen kuuluu enemmän tai vähemmän sisällönanalyysiksi kutsuttu kehys. Sisällönanalyysiin kuuluu alkuun vahva aineiston tiivistäminen ja sitä seuraa luokittelu, teemoitus ja tyypittely. Sisällönanalyysi ei siis ole itsessään analyysitekniikka vaan lähestymistapa, joka sisältää tietynlaisen teoreettisen kehyksen [48, s. 103-105]. Yksittäisiksi analyysitekniikoiksi sen sijaan voidaan katsoa, yhteyksien tarkasteleminen, teemoitus, laskeminen. Teemahaastattelua voi joskus myös analysoida määrällisen analyysin tavoin [16, s. 172-180]. Teemahaastattelun analyysin arvioinnissa tulisi pyrkiä kokonaisuuden suhteuttamiseen, eikä yksittäisiin yleistyksiin [2, s. 250]. Laadullisen aineiston yleistämistä ei koskaan tehdä aineistosta vaan siitä tehdyistä tulkinnoista. Teemahaastattelun validiutta voi kasvattaa aineiston järkevällä kokoamisella [10, s. 66].

#### 1.4.4 Monimenetelmällinen tutkimusote ja triangulaatio

Monimenetelmällisessä tutkimuksessa käytetään aina vähintään yhtä laadullista ja yhtä määrällistä menetelmää samassa tutkimuksessa. Tällä pyritään samaan aikaan määrällisen tutkimuksen positiivisiin ja laadullisen tutkimuksen konstruktivisiin näkökantoihin. Monimenetelmällistä tutkimusotetta voi soveltaa tapaustutkimuksissa tai päinvastoin [9, s. 9-10]. Monien tutkijoiden mukaan tähän tutkimusotteeseen kuuluu niin tiedonkeruu kuin myös analyysi. Menetelmien käyttö on useimmiten peräkkäistä ja järjestys voi olla kumpi vain. Tavanomaisesti laadullisesta tutkimuksesta siirryttäessä määrälliseen tutkimukseen, on kysymys tutkimuskohteesta, josta aiempi tietämys on erittäin vähäistä tai sitä ei ole. Tarkoituksena voi olla myös hakea laadulliselle analyysille tukea määrällisen hypoteesin todistuksen myötä [11, s. 196-203].

Triangulaatiolla tarkoitetaan erilaisten aineistojen, teorioiden ja menetelmien käyttämistä samassa tutkimuksessa. Triangulaatioon kuuluu neljä erilaista menetelmää [10, s. 69] [36, s. 128].

1. Aineistotriangulaatio
2. Tutkijatriangulaatio
3. Teoriatranguaatio
4. Menetelmättrianguaatio

Tässä työssä käsitellään näistä kahta, jotka ovat aineistotrianguaatio ja menetelmättrianguaatio.

Aineistotrianguaatiolla tarkoitetaan useamman aineiston yhdistämistä keskenään. Näitä voivat olla esimerkiksi haastattelut, aikakauslehdet ja tilastot. Menetelmättrianguaatioissa taas käytetään tavanomaisesti useita aineistoja ja menetelmiä [10, s. 69-70].

Trianguaatiolla on hyvin mahdollista lisätä tutkimuksen validiteettia, mutta ongelmattonta se ei ole. On mahdollista, että kaksi ristiriitaista tutkimustulosta voivat olla voimassa samaan aikaan. Tällaisessa tapauksessa tutkimusmenetelmät eivät ole neutraaleja ja tarvitaan tilanteen katsomista uudesta näkökulmasta. Trianguaatio on toisaalta alun perin kehitetty juuri tällaista ongelmaa varten [48, s.166-167].

#### 1.4.5 Laadulliset analyysimenetelmät

Teemoittelu on moninainen käsite, jolla yksinkertaisimmillaan etsitään haastateltavien analyysissä esiintyviä yhteisiä piirteitä. Teemoittelua seuraa monesti aineiston koodaus

erilaisiin luokkiin [16, s. 173]. Teemojen etsimistä kutsutaan myös aineiston pelkistämiseksi, joka on tyypittelyä edeltävä menetelmä sisällönanalyysin toteutuksessa. Tämä tekee teemoittelun käsitteestä hankalan. Sisällönanalyysin lähestymistapaan kuuluva pelkistäminen on tavanomaista teemoittelua radikaalimpi. Pelkistämässä aineistosta pyritään poistamaan kaikki siihen kuulumaton, kun normaalissa teemoittelussa pyritään nostamaan aineistosta tärkeitä piirteitä. Sisällönanalyysissä voi siis olla teorian mukaan kaksi eri teemoitusvaihetta. Ensimmäinen niistä on pelkistämiseen kuuluva teemoittaminen ja toinen jäljelle jääneeseen aineistoon myöhemmin tehtävä teemoitus [48, s. 122-123].

Laskemista pidetään ehkä yksinkertaisimpana analyysimuotona. Laskemista pidetään pääosin määrälliseen tutkimukseen yhdistettävänä analyysitapana. Sen käyttämistä laadullisissa aineistoissa puolustetaan sillä, että laskemista tapahtuu paljon laadullisen analyysin taustalla. Laskemisen tuloksen esittämistapa on aina valittava tapauskohtaisesti. Prosenttilukuja voi käyttää, jos se on otannan kannalta mielekästä [16, s. 172]. Laadullisen aineiston kvantifiointissa tarvitaan usein luvussa 1.4.1 esitettyjä parametrittomia menetelmiä [16, s. 180].

Yhteyksien tarkastelemisella tarkoitetaan empiirisestä aineistosta etsittäviä toistuvia säännönmukaisuuksia, joita kutsutaan kaavoiksi. Kaavojen etsimiseen kuuluu joskus vertailu tutkimukselta odotettuihin tuloksiin, joiden pohjana voivat olla esimerkiksi aiemmat tutkimukset tai teoreettiset tiedot. Vertailun osoittautuessa samankaltaiseksi tutkimuksen validiteetti vahvistuu [36, s. 175]. Yhteyksien etsimisen tyypillisiä tapoja ovat tyypittely, ääriyhmien etsintä ja poikkeamat [16, s. 174-176].

Tyypittely on vaikea erottaa teemoitetusta aineistosta. Tyypittelyssä tutkija yleensä etsii aineistosta yhteiseen ryhmään kuuluvia tapauksia. Teemat sen sijaan nostetaan esille aineistosta eriävinä ryhminä, eikä välttämättä etsitä näille teemoille yhteisiä tekijöitä. Teemoittelua ja tyypittelyä ei välttämättä tarvitse menetelminä erottaa toisistaan [51, s. 221]. Tyypittelyn tarkoituksena on kohdistaa tapauksia ryhmiin samankaltaisuuden perusteella. Samankaltaisuutta löytyy yleensä todella paljon, joten tyyppien kriteeriksi tulisi valita tutkimuksen kannalta olennaisimmat asiat.

Laadullinen tutkimuskin voidaan kvantifioida, mutta se on tehtävä erilaisella lähestymistavalla kuin määrällisen tutkimuksen kvantifiointi. Laadullisessa tutkimuksessa pyrkimyksenä on vastata tuloksien tulkintaan esittämällä termejä melkein kaikki, suurin osa tai enemmän kuin joku toinen. Hammersleyn mukaan määrällisen tutkimuksen edustajat moittivat tätä tapaa tarkkuuden puutteesta numeroiden puuttuessa. Hammersley vastaa



tähän väitteeseen, että todellisuus on numeroita tärkeämpää [16, s. 24]. Laadullinenkin aineisto on mahdollista kvantifioida numeroiden kanssa, mutta aineisto on usein siihen liian pieni. Esimerkiksi frekvenssien laskeminen, ei välttämättä tuo työlle lisäarvoa, jos tapauksia on erittäin vähän [48, s. 135-137]. Kvantifioiva analyysi on noussut suosituksi laadullisessa tutkimuksessa suosituksi vaihtoehdoksi. Tämä pätee erityisesti niihin, joiden mielestä perinteinen analyysi on liian kevyttä, mutta eivät kuitenkaan halua palata tarkasti määriteltäviin menetelmiin. Pahimmillaan voi olla vaarana, että molemmista analyysi tavoista käytetään heikoimpia osia [10, s. 166].

## 1.5 Työn rakenne

Tämä diplomityö koostuu kirjallisuuskatsauksesta ja empiirisistä tutkimuksista. Kirjallisuuskatsaukseen kuuluu kahdeksan eri aihepiiriä. Luvussa 2.1 käsitellään kustannuslaskentaan liittyviä termejä. Luvussa 2.2 esitellään, miten käytetään toimintolaskentaa hinnoittelua varten. Luvussa 2.3 tutustutaan erilaisiin hinnoittelumenetelmiin, kustannusperusteisen hinnoittelun luomiseen ja tuotannon segmentointiin. Luvussa 2.4 esitellään laserleikkauksen hinnoittelussa huomioitavat kustannustekijät. Luvussa 2.5 käydään läpi joidenkin aiempien hinnoittelututkimuksien tuloksia. Luvuissa 2.6 ja 2.7 esitellään laser-koneisiin liittyvää teoriaa, teknologiaa ja kohdeyrityksessä käytettävien materiaalien leikkattavuutta.

Luku 2.8 koostuu työn loppupuolella esiteltävistä kehitysideoista, kuten Kaizen- työpa-joista, mentoroinnista ja työelämäosaamisesta. Luvussa 3 suoritetaan nykytila-analyysi havainnoimalla ja teemahaastatteluilla. Siitä jatketaan hinnoittelun määrittämiseen loma- ketutkimuksella. Luvussa 4 esitellään tuloksena syntyneet hinnoittelumallit lyhyesti ja luvussa 5 käsitellään niiden luotettavuutta ja soveltuvuutta. Luvussa 5 esitellään myös suositeltavat kehitystoimenpiteet. Lopuksi luvussa 6 pohditaan työn onnistumisen tasoa.

## 2. KIRJALLISUUSKATSAUS

Tutkimuksen teoreettinen viitekehys muodostuu yhteensä viidestä osa-alueesta. Nämä aihealueet ovat:

- Kustannuslaskenta
- Hinnoittelu
- Kustannustekijät
- Laserleikkaus
- Tuotannonohjaus ja sen kehittäminen

### 2.1 Kustannuslaskenta

Kustannuslaskenta on yrityksen taloushallinnon tärkeimpiä tehtäviä. Kustannuslaskennat perustuvat monesti yritysten omiin tuloslaskelmiin, joiden käyttämisessä tulee käyttää harkintaa [33, s. 15]. Kustannuslaskennan kohteena on aina ensisijaisesti tuotanto. Tuotteet, palvelut ja elämykset ovat kaikki jonkun tekemän tuotannon tulosta. Lähes kaikki hinnoittelumenetelmät perustuvat lopulta kustannuksiin, vaikka ne eivät aina ole hinnoittelun ensimmäisenä kriteerinä [33, s. 23].

#### 2.1.1 Kustannusten ennakointi ja luokittelu

Kustannusten ennakoiminen on yrityskohtainen prosessi, johon vaikuttavat ainakin tuotantoteknologiat, kysynnän vaihtelut ja tuotannon hallintamenetelmät. Ennakoinnissa tulisi käyttää erilaisia luokitusmenetelmiä. Luokitellussa suositellaan arvioimaan tuotantomäärien muutoksia. Erilaisia luokituksia ovat muuttuvat, puolimuuttuvat, portaittain muuttuvat ja kiinteät kustannukset. Puolimuuttuvat kustannukset eivät muutu suoraan tuotannon määrän mukaan ja ne jäävät helposti piiloon. Portaittain muuttuvat kustannukset pysyvät jossain tuotannon vaihtelussa kiinteinä ja kasvavat nopeasti määritetyn pisteen ylityttyä. Kiinteitä kustannuksia pidetään laskennoissa yleensä muuttumattomina kustannuksina [33, s. 50-51].

Kustannusten ennakoinnissa hyödynnetään monesti aiempia oletuksia ja lähitulevaisuuden näkymiä. Usein kustannusten ennakoidaan muuttuvan lineaarisesti, jotta tarkastelu

olisi yksinkertaisempaa. Lineaariseen käsittelyyn tulisi suhtautua varauksella. Ennakoinnissa on erityisen tärkeää määritellä suurimmat kustannusten vaihtelua aiheuttavat tekijät. Siihen voidaan käyttää esimerkiksi seuraavia tekniikoita:

- Tuotantofunktioon perustuva ennakkointi
- Toteutuneiden kustannusten tuntemiseen perustuva ennakkointi
- Korkea-matala- eli vaihteluvälimenetelmä
- Visuaalinen tarkastelutapa ja
- Lineaarinen regressioanalyysi

Tuotantofunktioihin perustuvalla ennakkoinnilla pyritään arvioimaan kustannuksia tuotannossa tapahtuvilla tekijöillä reaaliajassa. Siinä voidaan esimerkiksi seurata määrätty aika jotakin tuotantoprosessia ja arvioida siten siihen kuluva kokonaisaika. Tuotantotekniikan ennakoiminen edellyttää asiantuntijuutta tuote- ja tuotantotekniikasta. Toteutuneiden kustannusten ennakkoinnissa puolestaan käytetään yleensä jonkun määritetyn ajanjakson toteutunutta kustannustasoa, joka mukautetaan vallitsevaan hintatasoon. Vaihteluvälimenetelmässä on tapana laskea todennäköisyys matalimmalle ja korkeimmalle mahdolliselle kustannustasolle [33, s. 53].

Kustannukset voidaan yleensä jakaa muuttuviin ja kiinteisiin kustannuksiin kuva 2. Kustannusten riippuvuus toiminta-asteeseen tapahtuvista muutoksista määrittää kumpaan ryhmään kustannus kuuluu. Muuttuvat kustannukset muuttuvat yleensä suoraan toiminta-asteen vaihdellessa. Usein niiden erottaminen toisistaan ei kuitenkaan ole helppo tehtävä. Muuttuviksi kustannuksiksi määritellään normaalisti ainakin valmistuksen raaka-aineet, aikaperusteiset palkat ja energian kulutusmaksut [49, s. 56].

Muuttuvat	Välitön	Kokonais- kustan- nukset
Kiinteät	Välillinen	

**Kuva 2.** Kustannusten luokitteluja [49, s. 55].

Kiinteät kustannukset riippuvat yleensä kapasiteetin vaihteluista, eivätkä toiminta-asteen vaihteluista. Kustannuksia käsitellään usein kiinteinä, mikäli riippuvuus toiminta-asteeseen on vähäinen. Tämä yksinkertaistaa laskentatoimen työtä. Kustannusten käsittelemisessä kiinteinä tulisi käyttää harkintaa. Kiinteitä kustannuksia ovat tyypillisesti koneiden ja laitteiden poistot, sähkön perusmaksut, vuokrat ja kuukausipalkat. Kiinteitä kustannuksia voidaan edelleen jakaa seisonnakustannuksiin tai valmiuskustannuksiin. Seisonnakustannukset aiheutuvat koneiden tai laitteiden seisonnasta. Valmiuskustannukset taas aiheutuvat työntekijöistä ja rakennusten lämmityksestä. Tuotekohtaisessa laskentatoimessa välittömiä kustannuksia käsitellään suurimmaksi osaksi muuttuvina ja välillisiä kiinteinä kuva 2. Välittömät kustannukset kohdistetaan yleensä suoraan yksittäisiin tuotteisiin. Välilliset kustannukset sen sijaan kohdistetaan ensin kaikkiin tuotteisiin ja siitä edelleen tuotannon tekijöille [49, s. 56-59].

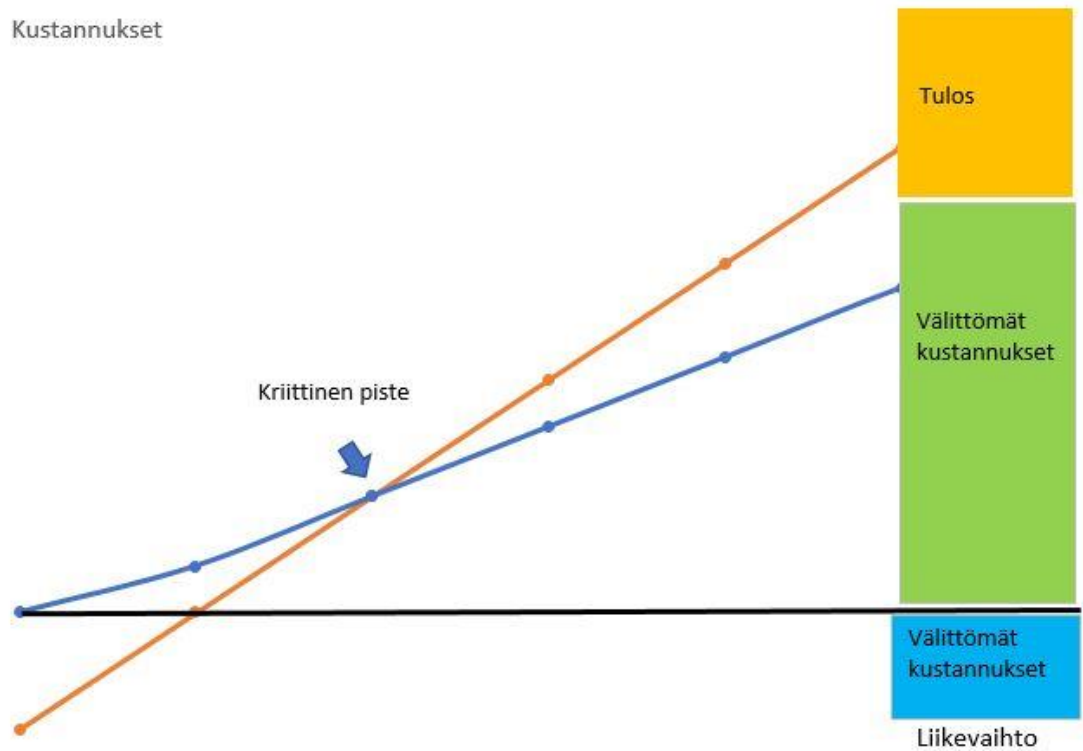
### 2.1.2 Materiaalikustannuslaskenta

Materiaalien laskennan merkitys riippuu käytetyistä aineista. Yrityksen käyttäessä vain yhtä materiaalia, voidaan käytetyn aineen arvo selvittää helposti. Käytetyn aineen määrä saadaan lisäämällä alkuvarastoon ostot ja vähentämällä siitä loppuvaraston määrä. Jos tuotantoyritys käyttää useita eri materiaaleja selvitys hankaloituu ja tarvitaan monesti tarkempaa varastokirjanpitoa. Mikäli yrityksellä ei ole käytössään varastokirjanpitoa, niin se voi vaihtoehtoisesti tehdä säännöllisiä varastoinventointeja. Materiaalikustannuslaskentaan tunnetaan kolme hankintahintaan perustuvaa menetelmää. Nämä menetelmät ovat FIFO (first in first out), LIFO (last in first out) ja keskihinta (average cost). Hankintahintojen ympärivuotisen muutoksen ollessa vähäinen menetelmän valinnan merkitys jää suhteellisen vähäiseksi [33, s. 54-55].

FIFO- hankintahintaan perustuvassa menetelmässä materiaalit käytetään aina siinä järjestyksessä, jossa ne ovat saapuneet. LIFO- hankintahintaan perustuvassa menetelmässä käytetään viimeisenä varastoon saapuneet materiaalit ensimmäisenä. Keskihintaan perustuva menetelmä on hyödyllisintä silloin kun varastoon hankitun materiaalin sekoittuminen on ilmeistä. Tilanteessa ei siis enää tunneta, mikä materiaali on saapunut ensimmäiseksi ja mikä viimeiseksi. Tällöin materiaalin käytön kustannuksissa kannattaa käyttää keskihintaa, joka pidemmällä aikavälillä tasoittaa hankintakustannuksia [33, s. 56-58].

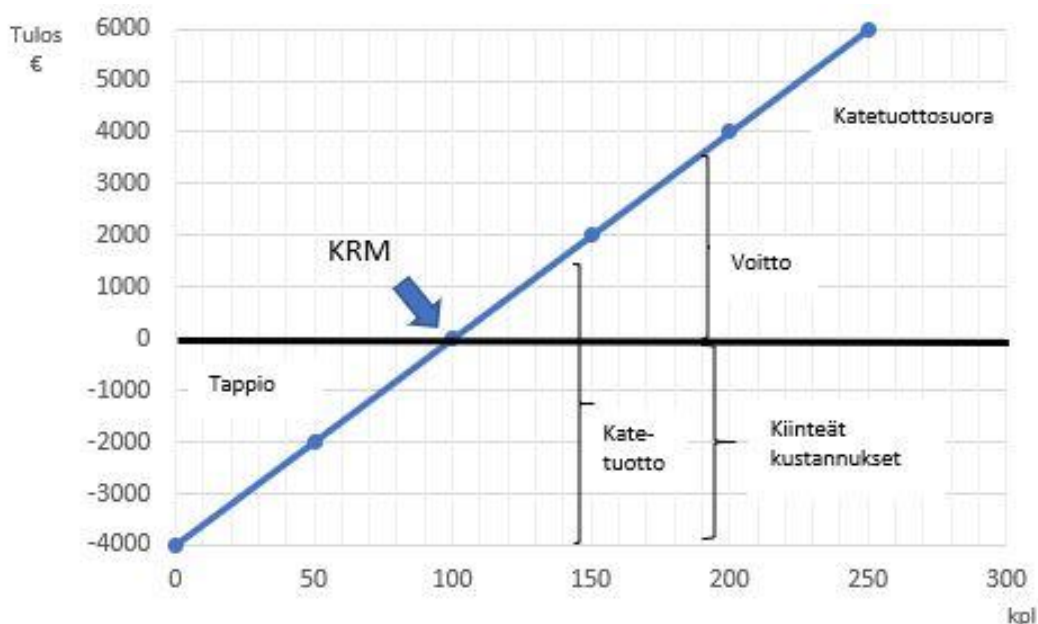
### 2.1.3 Kannattavuusanalyysi

Laskettua kustannustietoa on verrattava johonkin muuhun tietoon, ennen kuin sillä tiedolla on merkitsevyyttä. Yrityksiä kiinnostaa useimmiten miten kannattavaa tuotteen valmistaminen on. Kannattavuuden tutkimiseksi voidaan käyttää aputyökaluna kannattavuuskuviota. Yritys saavuttaa nollatuloksen kriittisen pisteen kohdalla kuva 3.



**Kuva 3.** Kriittinen piste [15, s. 168].

Kannattavuuskuvio perustuu huolellisesti tehtyihin kustannuslaskelmiin, jonka jälkeen kuvio on suhteellisen helppo piirtää [15, s. 166-169]. Kannattavuutta voidaan arvioida myös katetuottokuvion avulla kuva 4.



**Kuva 4.** Katetuottokuvio [41, s. 50].

Termi KRM kuvassa 4 tarkoittaa samaa asiaa, kuin kriittinen piste kuvassa 3. Katetuottokuviossa on mukana vain kiinteät kustannukset, jossa katetuotolla pyritään kustantamaan välilliset kustannukset ja saamaan haluttu prosentti voittoa. Tuotteiden katetuotto lasketaan myyntihinnan ja ostohinnan erotuksena. Kuvioiden katetuottoprosentti lasketaan kaavalla (2).

$$\text{Katetuottoprosentti (\%)} = \frac{\text{Myyntihinta} \times \text{Katetuotto}}{\text{Myyntihinta}} \quad (2)$$

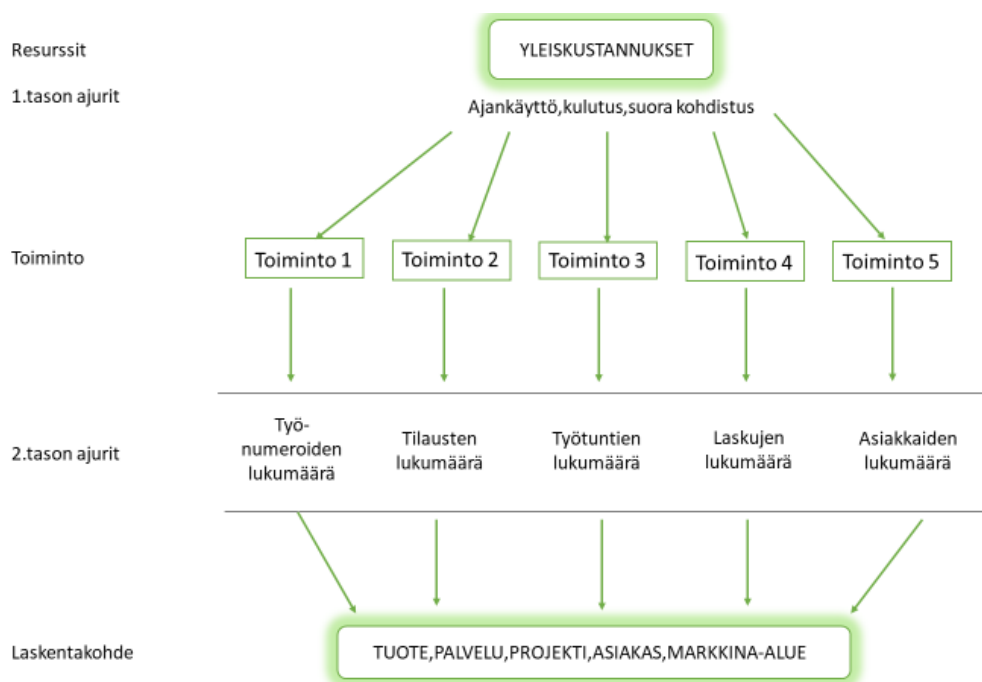
Tuotteen kriittinen myynti lasketaan seuraavasti kaavalla (3).

$$\text{Kriittinen myynti (€)} = \frac{\text{Myyntihinta} \times \text{Kiinteät kustannukset}}{\text{Katetuottoprosentti}} \quad (3)$$

Kun kriittinen myyntisumma on tiedossa, niin kannattavuusanalyysin tekeminen on suhteellisen yksinkertainen toimenpide [41, s. 48-50].

## 2.2 Toimintolaskenta

Yritys elää viime kädessä rahalla, jota se saa suoritteidensa myymisestä. Jokaisen suoritteen valmistamiseksi yritys kuluttaa resursseja. Eräs tapa laskea kustannuksia on kohdistaa resurssien käytöt suoritetuille toiminnoille. Toimintolaskennan periaatteena on kohdistaa välittömät kustannukset suoraan tuotteille, välilliset kustannukset toiminnoille ja siitä edelleen laskentakohteille kuva 5 [3, s. 27-28].



**Kuva 5.** Toimintolaskenta [20, s. 147].

Välilliset kustannukset siis kohdistetaan tuotteille kahdessa eri vaiheessa. Tämän tavoitteena on tarkentaa tuotekohtaista laskentaa ja välttää harhaanjohtavaa tasajakoa. Tarkka määrä laskentakohteille on aina yrityskohtaista ja sitä on mahdoton ennustaa. Toimintolaskenta vaatii yleensä enemmän työtä, kuin perinteinen kustannuslaskenta, mutta on hyvin tehtynä huomattavasti tarkempi laskentamenetelmä [3, s. 49-52].

Perinteisessä kustannuslaskennassa kustannukset normaalisti jaetaan tasaisesti laskentakohteille. Näin toimitaan, vaikka tiedostettaisiin kohteiden kustannusten olevan selkeästi erilaiset. Tästä jakamisesta johtuen kalliiden tuotteiden kustannukset saattavat laskea ja halpojen nousta. Toimintolaskennalla pyritään korjaamaan tätä ongelmaa ja kohdistamaan tuotteiden kustannuksia oikeudenmukaisemmin. Kustannuksia ei yleensä jaeta, vyörytetä tai jyvitetä laskentakohteille. Toimintolaskennan merkitys korostuu silloin, kun yritys valmistaa paljon eri tuotteita. Tällä menetelmällä voidaan myös selvittää suhteellisen tarkkaan arvoa tuottamattomat työvaiheet [6, s. 243-244].

Toimintolaskennalla voidaan myös tutkia käytetyn ja käyttämättömän kapasiteetin toiminta-asteita. Tämä voidaan mahdollisesti suorittaa kustannusajurien selvittämisen yhteydessä, mikäli arvoa lisäävät tekijät kyetään riittävän hyvin erottamaan. Toinen mahdollisuus on tutkia erikseen, paljonko käytetystä kapasiteetista on arvoa tuottamatonta toimintaa. Käyttämätön kapasiteetti on arvoa lisäämätöntä toimintaa kuva 6.

Yrityksellä on käytössään kone, jonka vuosikustannukset kapasiteetin täydellä käyttöasteella ovat 70 000 euroa. Tällöin kapasiteetti on 2 000 tuntia vuodessa. Yritys kykenee hyödyntämään konetta vain 1 250 tuntia vuodessa, jolloin koneen vuosikustannukset laskevat ”muuttuvien” kustannusten verran eli 62 500 euroon.

Tämän perusteella konetuntihinta voidaan raportoida seuraavasti:

Kapasiteetin mukainen tuntikustannus  $70\,000/2\,000 = 35\text{ €/h}$

+ Vajaakäytön kustannus  $= 15\text{ €/h}$

= Toteutuneen käytön kustannus  $62\,500/1\,250 = 50\text{ €/h}$

Voidaan ajatella myös niin, että valmistettava tuote ei ole ”syyllinen” alhaiseen käyttöasteeseen vaan myymättömät tuotteet. Tästä syystä vajaakäytön kustannusta ei aina kohdistetakaan tuotteelle, vaan siitä muodostetaan oma toimintonsa ja sen kustannus kohdistetaan yritykselle.

**Kuva 6.** *Esimerkki vajaakäytön vaikutuksista kustannuksiin [49, s. 158].*

On siis sopivaa arvioida, kohdistetaanko vajaan kapasiteetin kustannukset tuotteille vai ei. Jos kohdistus tuotteille suoritetaan nämä kustannukset maksaa asiakas [49, s. 158-159].

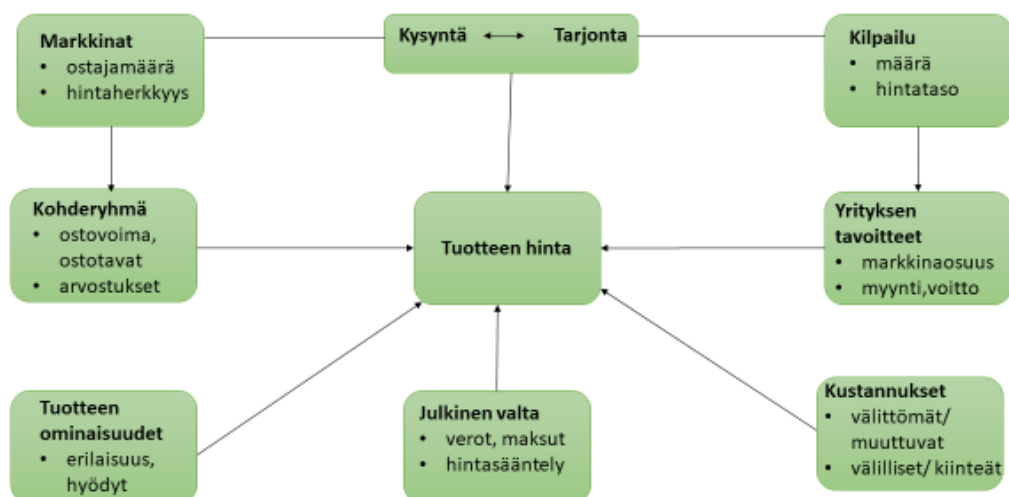
Toimintolaskennan käyttöönottoaminen on aikaa vievä prosessi ja se harvoin tulee kerralla valmiiksi. Käytännössä tämä vaatii pitkäjänteisen laskentajärjestelmän kehittämisprojektin, joka toteutetaan erillään kaikesta muusta. Toimintoperusteinen menetelmä teettää enemmän työtä kuin perinteinen kustannuslaskenta. Toisaalta oman prosessin tuntemus sekä ymmärrys kustannusten syistä kehittyvät merkittävästi. Menetelmän pääpaino kohdistuu siis laskennan sijasta laajemman kokonaisuuden ymmärtämiseen [3, s. 103-104].

## 2.3 Hinnoittelu

Hinnoittelulla on keskeinen vaikutus kannattavuuteen ja toiminnan jatkuvuuteen. Kustannuksia muodostuu lukemattomista eri asioista, mutta vain myyntituotot tuovat rahaa yritykselle [8, s. 125-127]. Yrityksillä on useita tapoja hinnoitella tuotteensa. Yleisesti tunnettuja hinnoittelumenetelmiä ovat kustannushinnoittelu, markkinahinnoittelu ja kannattavuusperusteinen hinnoittelu [6, s. 241]. Viime vuosina yritykset ovat ottaneet käyttöön myös kustannushinnoittelumenetelmiin kuuluvaa toimintoperusteista hinnoittelua [6, s.



243]. Yleensä on mahdotonta tietää etukäteen, mikä hinnoittelumenetelmistä soveltuu yrityksen tarpeisiin parhaiten. Tämän vuoksi on tärkeää selvittää tarkkaan hinnoitteluun vaikuttavat tekijät, joilla menetelmän valintaa voidaan merkittävästi helpottaa. Hintaan vaikuttaa ainakin kuvassa 7 esiintyvät tekijät [6, s. 237-239].



**Kuva 7.** Tuotteen hintaan vaikuttavat tekijät [6, s. 238].

Hinnoittelupolitiikkaa voidaan rakentaa lukuisilla eri tavoilla. Kun yrityksen tavoite on maksimoida oma markkinaosuus, voidaan soveltaa penetraatiohinnoitteluksi kutsuttavaa hinnoittelua. Tässä menetelmässä tuotteen hinta asetetaan reilusti kilpailijoita alemmalle tasolle ja pyritään tällä tavoin nopeaan markkinakasvuun. Keskihinnoittelu tarkoittaa alalle vakiintunutta hintatasoa. Tässä menetelmässä on tyypillistä seurata kovimpien kilpailijoiden tekemiä muutoksia hintatasoon. Hinnan rooli kilpailutekijänä on matala ja muutoksia ei välttämättä tehdä kilpailijan perässä. Omakustannushinnoittelussa käytetään strategiana yleensä aktiivista kustannusten seuraamista tai kiinteän hinnan strategiaa. Kermankuorintahinnoittelua käytetään asiakasarvon maksimointiin. Tätä politiikkaa käytetään joskus, kun lanseerataan uutta tuotetta, jonka arvoa asiakkaat eivät osaa arvioida [6, s. 239-241].

### 2.3.1 Kustannusperusteinen hinnoittelu

Tuotteen kustannukset ovat keskeisessä asemassa kustannusperusteisessa hinnoittelussa. Tämän käyttäminen vaatii huolellista tuotekohtaista laskentaa. Kustannuslaskennan tarkentavassa hinnoittelussa tulisi käydä läpi seuraavat vaiheet.

- 1 Arvioidaan tuotteen myyntimäärä ja sitä vastaava tuotantomäärä
- 2 Arvioidaan tuotteen kustannukset
- 3 Arvioidaan tuotteelle kohdistettava katetavoite
- 4 Lasketaan tuotteen hinta jakamalla kustannusten ja katetavoitteen summa arvioidulla tai ennakoidulla myyntimäärällä.
- 5 Arvioidaan, saadaanko tuotetta myydyksi ennakoitu määrä ratkaistulla hinnalla. Jos ei saada, muutetaan myyntiarvioita ja lasketaan hintaan uudelleen, kunnes löydetään kysyntäkäyrää vastaava ratkaisu.
- 6 Arvioidaan, vastaako hinta tuotteelle asetettuja strategisia tavoitteita. Jos se ei vastaa, palataan edelliseen kohtaan.
- 7 Seurataan, reagoivatko markkinat – kysyntä ja kilpailu – hintaratkaisuun odotetulla tavalla. Jos eivät, niin hintaa muutetaan ylös – tai alaspäin kunnes paras vaihtoehto on löydetty.

Edellä esitetyt vaiheet osoittavat, että optimaalisen hinnan löytäminen kustannusperusteisessa laskennassa voi vaatia useita uusintakierroksia työvaiheissa. Hinnasta tulee herkästi liian matala, jolloin kateodotukset eivät täyty tai liian korkea, jolloin myyntimäärät jäävät alhaisiksi. Kustannusperusteisella hinnalla joudutaankin usein operoimaan asiakas- ja tuotekohtaisesti.

Puhtaan kustannusperusteisen tuotteen hinta muodostuu kaavalla (4).

$$\text{Tuotteen hinta} = \frac{\text{Tuotantomäärän kustannukset} + \text{Katetavoite}}{\text{Tuotantomäärä}} \quad (4)$$

Tuotantomäärän kustannuksien selvittäminen on usein haastavaa. Kustannusperusteiseen hinnoitteluun onkin kehitetty useita laskentamenetelmiä, joista tunnetuimmat ovat omakustannushinnoittelu ja katetuottohinnoittelu. Näillä menetelmillä pyritään voittolisillä ja kateprosentteilla varmistamaan mahdolliset epätarkkuudet tuotantomääriin kohdistuvissa kustannuksissa [23, s. 160-162].

Omakustannushinnoittelu tarkoittaa tuotteen arvioitua omakustannusarvoa, jonka päälle lisätään tavoitevoitto. Menetelmää kutsutaan myös täyskatteelliseksi hinnoitteluksi. Täyskatteelliseen laskentaan kuuluu kuusi eri tulostekijää, jotka ovat

1. Tuotteiden myynnin määrä
2. Tuotteen myyntihinta
3. Tuotteen valmistusmäärä

4. Muuttuvat kustannukset
5. Kiinteät kustannukset
6. Kiinteiden kustannusten jakotekijä

Menetelmän pääperiaatteena on kattaa kustannukset suurella varmuudella. Hinnan alarajana pidetään siis aina laskettua omakustannusarvoa. Hinnoittelua pidetään turvallisena, koska sillä pystytään useimmiten välttämään tappiot. Menetelmä on kuitenkin puhtaassa muodossaan hyvin joustamaton muutoksia varten. Tuotteen hinta lasketaan kaavalla (5).

$$\text{Tuotteen hinta} = \text{Tuotteen välittömät ja välilliset kustannukset} + \text{Tavoitteen mukainen voittolisä} \quad (5)$$

Tässä kaavassa tuotteen välittömät ja välilliset kustannukset yhteen laskettuna muodostavat omakustannusarvon. Menetelmä näyttää yksinkertaiselta, mutta vaatii huolellista kustannuksiin perustuvaa laskentaa. Välillisten kustannusten kohdistaminen tuotteille vaatii erityistä huolellisuutta. Ilman tarkkaa kohdistamista ei tätä menetelmää kannata käyttää. Tuotteelle kohdistettavan voittolisän suuruus riippuu tuotteiden ominaisuuksista, markkinoiden rakenteista ja kilpailijoiden hinnoista. Hinnan ylärajan ja omakustannusarvon ollessa lähellä toisiaan, voittolisän asettamiselle ei juuri jää vaihtoehtoja. Tällöin tulee pohtia, onko hinnoittelumenetelmä relevantti työkalu kyseiselle tuotteelle, vai onko tuote kannattamaton [23, s. 165-166].

Tyypillisessä omakustannushinnoittelussa käytetään monivaiheista lisäyslaskentaa. Välittömät kustannukset kohdistetaan ensin suoraan tuotteille. Sitten jokaiselle välillisiä kustannuksia aiheuttavalle kohteelle määritetään lisäprosentti. Lisäprosentti ainelisälle lasketaan välillisten kustannusten ja välittömien kustannusten osamääränä kaava (6).

$$\text{Ainelisä} = \frac{\text{Välilliset ainekustannukset}}{\text{Käytetyt välittömät aineet}} \times 100 \% \quad (6)$$

Samalla tavalla lasketaan lisäprosentti jokaiselle kustannuskohteelle. Kohteita voivat olla ainakin työ kustannukset, energia- ja kuljetuskustannukset, hankinta- ja varastointikustannukset, sekä konetuntikustannukset. Kustannusten yleiskustannuslisät muodostuvat siten kuvan 8 periaatteella [33, s. 85-86].

1. Ainelisä=	29%
Hankinnan ja varastoinnin yleiskustannukset	10000
Aine- ja tarvikekustannukset	35000
2. Työlisä=	38%
Valmistuksen kustannuspaikkojen yleiskustannukset	15000
Välittömät palkkakustannukset	40000
3. Tehdaslisä=	20%
Tuotannon muiden kustannuspaikkojen yleiskustannukset	20000
Valmistusarvo yhteensä	100000
4. Tuotelisä=	25%
Tuotekehityksen yleiskustannukset	25000
Valmistusarvo yhteensä	100000
5. Peruslisä=	31%
Myynnin ja hallinnon yleiskustannukset	45000
Tehtaan hinta yhteensä	145000
6. Voittolisä=	18%
Tavoitevoitto	35000
Omakustannusarvo (OKA) yhteensä	190000

**Kuva 8.** Yleiskustannuslisien laskentaperiaate [23, s. 169].

Kuvan 8 ainelisä muodostuu kaavan (6) mukaisesti, jossa aine- ja tarvikekustannukset on laskettu olevan 35 000. Hankinnan ja varastoinnin yleiskustannukset on arvioitu olevan 10 000. Näillä luvuilla ainelisäksi muodostuu 29 %. Samalla periaatteella lasketaan kaikki muut yleiskustannuslisät, joista lopulta saadaan omakustannusarvo, joka on 190 000. Omakustannusarvoon lisätään yrityksen etukäteen määrittämä tavoitevoitto, joka tässä tapauksessa on 35 000. Näin ollen voittolisäprosentiksi muodostuu 18 %. Lopullinen hinta tässä projektissa on siis 225 000. Pienetkin epätarkkuudet kustannuslaskelmissa tekevät tähän menetelmään poikkeamia. Monesti kaikkien yleiskustannuslisien määrittäminen on myös haastavaa [23, s. 167-170].

Omakustannushinnoittelun tuotekohtaisia kustannuslaskelmia tehdessä käytetään yleensä suoritekalkyyleiksi kutsuttuja laskentakaavoja. Kalkyylytyyppejä on kolme erilaista. Nämä kaikki kolme kalkyylytyyppiä luetaan katteisiin perustuviksi menetelmiksi. Näistä kalkyyleista kahta tyyppiä käytetään omakustannushinnoittelussa ja nämä ovat keskimääräiskalkyyli ja normaalikalkyyli. Pääasialliset erot näissä ovat kiinteiden kustannusten huomioimisessa. Keskimääräiskalkyyliässä kaikki kustannukset aiheutuvat tuotettavista suoritteista kaava (7). Laskelmissa menetelmä antaa pitkällä aikavälillä realistisen kuvan tilanteesta. Toiminta-suhteen muuttuessa, muuttuu myös välittömästi keskimääräiskalkyylin kustannukset. Toimintasuhteen tai kapasiteetin muutos aiheuttaa siis helposti isoja vääristymiä laskelmiin, joka on huomioitava tällaisessa tapauksessa erikseen [49, s. 116-118].

$$\text{Keskimääräiskalkyyli} = \frac{\text{Laskentakauden kokonaiskustannukset}}{\text{Suoritemäärä}} \quad (7)$$

Keskimääräiskalkyylin toimintasuhteen lasku aiheuttaa hinnan nousua ja suhteen nousu vastaavasti hinnan alenemista. Tämän etu on käyttämättömän kapasiteetin kustannusten siirtymistä tuotteelle. Tässä tapauksessa käyttämättömän kapasiteetin maksaa asiakas. Toinen menetelmä omakustannushinnoittelussa on normaalikalkyyli kaava (8). Tämä menetelmä eliminoi toimintasuhteen muutoksen vaikutukset hintaan. Normaalikalkyyli menetelmässä käyttämättömän kapasiteetin toimittaja maksaa itse [49, s. 118-119].

$$\text{Normaalikalkyyli} = \frac{\text{muuttuvat kustannukset}}{\text{Todellinen suoritemäärä}} + \frac{\text{kiinteät kustannukset}}{\text{Normaali suoritemäärä}} \quad (8)$$

Kolmas kalkyylytyyppi on minimikalkyylikaava (9). Sitä käytetään vain puhtaassa katetuottolaskennassa, joka on omakustannuslaskelmaa selkeästi vaivattomampi menetelmä. Minimikalkyyliassa huomioidaan vain muuttuvat kustannukset. Kiinteät kustannukset oletetaan syntyvän kapasiteetista, valmistettiin tuotetta tai ei [49, s. 116-117].

$$\text{Minimikalkyyli} = \frac{\text{Laskentakauden muuttuvat kustannukset}}{\text{Suoritemäärä}} \quad (9)$$

Katetuottohinnoittelussa huomioidaan vain muuttuvat kustannukset ja lisätään siihen haluttu kate. Katetuottohinnoittelussa ei siis lasketa kiinteitä kustannuksia erikseen. Käytännössä tämä helpottaa kustannuslaskelmia, mutta kiinteät kustannukset on silti katettava. Kiinteät kustannukset pyritään kattamaan asettamalla katetuotto niin korkeaksi, että kustannukset suurella varmuudella katetaan. Menetelmä on joustavampi, kuin omakustannushinnoittelu, mutta riski tuottaa tappiota on myös suurempi. Lähtökohtana katetuottohinnoittelussa onkin, että minimihinta on vähintään muuttuvien kustannusten verran. Tällaisessa tilanteessa yritys tekee pidemmällä aikavälillä tappiota ja kustannukset on jossain vaiheessa katettava. Katetuoton toteutunutta voittoa tai tappiota voidaan tutkia katetuottokuviolla kuva 4. Katetuottohinnoittelussa käytetään kaavaa (10) [46, s. 83-84].

$$\text{Tuotteen hinta} = \text{Muuttuvat kustannukset} + \text{Tavoite katetuotto} \quad (10)$$

Toimintoperusteinen hinnoittelu saattaa olla paras ratkaisu, jos yrityksellä on paljon erilaisia tuotteita. Menetelmässä lasketaan ensin toimintojen aiheuttamat kustannukset luvun 2.2 mukaan. Toimintoperusteisessa hinnoittelussa selvitetään niin välilliset kuin välittömät kustannukset, joista syntyy omakustannusarvo. Tämän päälle lisätään lopuksi haluttu tavoitevoitto. Toimintoperusteisen hinnoittelun käyttäminen on erityisen suotavaa, kun halutaan selvittää asiakaskannattavuutta [3, s. 70-75].

### 2.3.2 Markkinalähtöinen hinnoittelu

Markkinalähtöinen hinnoittelu perustuu tuotteisiin kohdistuvan kysynnän määrään. Siinä pyritään kattamaan kustannukset kysyntäpohjaisilla hinnoilla. Kustannusperusteinen hinnoittelu usein alihinnoittelee tuotteen verrattuna tuotteiden kysynnän hintoihin. Asiantuntijoiden mukaan hinnoitteluun tulisi lähteä siitä, minkä arvoisena asiakkaat pitävät tuotteita. Yleisin kustannusperusteinen malli on täysin päinvastainen [15, s. 114-115].

### 2.3.3 Kannattavuusperusteinen hinnoittelu

Kannattavuusperusteinen hinnoittelu tunnetaan myös nimellä tavoitelähtöinen hinnoittelu. Menetelmässä hyödynnetään kustannusperusteista hinnoittelua, mutta eri näkökulmasta tavanomaiseen tapaan verrattuna. Toteutus on yksinkertaisesti sanottuna päinvastainen kuin perinteisessä kustannuslaskennassa. Tavoitehinnoittelussa määritetään siis ensin tavoitekatte ja lisätään siihen kustannukset. Tavoitekatteeseen pääsemisellä pyritään alentamaan syntyviä kustannuksia [17, s.199].

### 2.3.4 Segmentointi

Yrityksen markkinointistrategiaan kuuluu oleellisesti asiakkaiden valitseminen. Yrityksen tulisi osata lähestyä ensimmäiseksi niitä asiakkaita, jotka hyötyvät eniten sen liiketoiminnan osa-alueista. Sopivien kohderyhmien avulla yritys kykenee luomaan parhaiten toimivan markkinointiohjelman. Nykyään segmentointikriteerit ovat melko yksilöllisiä ja segmentit kapealle sektorille keskittyviä. Segmentoinnilla tarkoitetaan karkeasti asiakkaiden tyypittelyä/ryhmittelyä. Aluksi asiakkaat segmentoidaan liikeidean tasolla, josta jatketaan alaryhmien jaotteluun. Alaryhmissä asiakkaat jaotellaan esimerkiksi kanta-asiakkaisiin ja satunnaisasiakkaisiin. Yritys voi markkinoida tuotteitaan seuraavasti [52, s. 100-102].

- Koko markkinoille ilman segmentointia
- Yhdelle segmentille
- Useammalle segmentille eriytetyillä tarjoamilla
- Yksittäisille asiakkaille niin sanottuna yksilö- tai täsmämarkkinointina

Segmentointikriteereinä käytetään yleisesti tuottoisuutta, selkeyttä, differoitavuutta ja markkinoiden kokoa. Yritys- tai organisaatioasiakkaiden markkinoilla käytetään lisäksi seuraavia kriteereitä [52, s. 103-105].

- Yrityksen ominaisuudet: toimiala, koko sijainti

- Asiakastyypit: Paikallinen asiakas, maanlaajuinen asiakas, kansainvälinen asiakas
- Asiakkaan arvo: asiakkuuden vaihe, asiakaskannattavuus
- Asiakkaan ostoprosessi: kilpailuttava asiakas, keskitetyt ostot, hajautetut ostot, sopimusasiakkaat
- Ostokriteerit ja tyyli: hankintojen säännöllisyys, hinta, räätälöinti, ajoitus, innovatiivisuus
- Asiakkaan hankintojen jakaantuminen: kertaluontoiset hankinnat, suuret hankinnat, keskimääräiset hankinnat, ei hankintoja

Segmentointiprosessiin liittyy aina myös kustannuksia. Siihen kuuluu esimerkiksi tiedon hankintaa, analysointia, markkinointisuunnitelmien laatimista ja tuotannon sopeuttamista. Segmentointi aiheuttaa siis työtä, josta syntyy kustannuksia. Täytäntöön pantavan segmentin on katettava siitä aiheutuneet kustannukset. Samalla on huomioitava segmentin potentiaaliset ongelmat ja riskitekijät. Ongelmaksi voivat muodostua ainakin seuraavat asiat [13, s. 255-257].

- Valitaan väärä/kannattamaton/liian pieni segmentti
- Keskitytään liikaa yhteen segmenttiin
- Segmentointi tehdään väärillä perusteilla
- Segmenttien välillä on tietovuoto

## 2.4 Kustannustekijät

**Raaka-aineiden** hinnat ovat nousussa ja tästä syystä pyritään yhä enemmän kierrättämään ja uudelleen käyttämään materiaaleja. Yleisesti käytetyimpiä materiaaleja rautametalleista ovat erilaiset raudan ja hiilen seokset, joita kutsutaan teräkseksi. Se on muita rautametalleja edullisempaa vähäisen seostuksen vuoksi [14, s. 26-27]. Yleisesti käytetyimpiä rautametalleja seoksista ovat runsaasti kromia (yli 12 %) sisältävät ruostumattomat teräksiset. Suomessa yksi tunnetuimmista on amerikkalainen laatu AISI 304. Seostuksen vuoksi tämä on terästä kalliimpaa materiaalia [14, s. 33].

**Koneiden** huoltamiseen on kaksi tunnettua menetelmää. Ensimmäinen on ennakoiva huoltaminen, jossa koneelle tehdään pieniä huoltotoimenpiteitä työn ohessa. Toinen on isojen huoltojen tekeminen aikataulun tai koneiden hajoamisen myötä. Suuremmat huollot voivat olla erittäin kalliita toteuttaa [43, s. 386]. Koneerikkojen esiintyessä potentiaalisia riskejä ovat ainakin kapasiteetin laskeminen, kappalekohtaisten kustannusten kasvaminen, sekä laatu- ja turvallisuusongelmien esiintyminen. Ennakoiva huoltaminen nähdäänkin monesti suositeltavampana toimintatapana, sen tähdätessä kokonaiskustannusten alentamiseen. Ennakoivan huollon tapauksessa prosessia on myös helpompi

hallita, kuin äkillisen konerikon sattuessa. Ennakoiva huoltaminen monista hyvistä asioista huolimatta ei kuitenkaan aina ole halvempi ja parempi ratkaisu [42, s. 644-647].

**Sähkön** kulutuksesta koituvat kustannukset voidaan arvioida/laskea seuraavasti. Sähkönkulutus teollisuustuotannossa oli nousussa 2017 ollessa koko maassa yhteensä 39 092 GWh (Gigawattituntia). Metallien jalostukseen siitä käytettiin 6 053 GWh [44, Liite-  
taulukko 3]. Sähkön hinta teollisuusyritykselle vuonna 2019 on noin 8 snt/KWh [47, Liite-  
tekuvio 5].

**Markkinointi** on toiminto, jossa yrityksen edustajat suunnittelevat myynninedistämistä. Pyrkimyksenä on yleensä parantaa tuotteiden ja palveluiden myyntiä asiakkaille. Markkinoinnin onnistumista mitataan monesti pitkällä aikavälillä asiakaskannattavuuden kautta. Markkinoinnin osastolle kuuluu monesti myös tuotteiden hinnoittelu, asiakkaiden valitseminen ja mainonta [13, s. 233]. Markkinointityö aiheuttaa kustannuksia, jotka on huomioitava tuotteiden hinnoissa [13, s. 313].

**Palkka** on työnantajan työntekijälle maksama korvaus tehdystä työstä [53, s. 10]. Palkkakulut ovat yksi merkittävimmistä yrityksen kuluista Suomalaisessa teollisuudessa. Tuotantotyöntekijöille tämä maksetaan yleisimmin tuntikohtaisena aikapalkkana. Perinteisesti palkkojen suuruus perustuu työtehtävän vaativuuteen ja työntekijän ominaisuuksiin [4, s. 85]. Tilastokeskuksen mukaan palkkojen osuus työvoimakustannuksista on 76 %. Palkkoihin huomioidaan myös joitakin kertaluonteisia ansioita, kuten vapaapäivien palkat. Työntekijä maksaa palkastaan myös sosiaaliturvamaksua, joten lopullinen työntekijälle jäävä välitön ansio on noin 60,5 % työvoimakustannuksista [45, s. 1-3, Liitet-  
taulukko 2]. Palkat tulisi nähdä kustannusten lisäksi myös henkilöstön motivaatiota parantavana tekijänä [53, s. 29].

**Työnantajan sivukulut** muodostavat loput 24 % työvoimakustannuksista, jotka siis lasketaan palkkojen päälle [45, s. 1-3]. Näihin sivukuluihin kuuluu seuraavat maksut:

- Työntekijän työeläkevakuutus (16,85-18,45 % bruttopalkasta)
- Tapaturma- ja henkivakuutus (1-2 % bruttopalkasta)
- Työntekijän työttömyysvakuutusmaksu (0,5-1,5 % bruttopalkasta)
- Työnantajan sairausvakuutusmaksu (0,77 % bruttopalkasta)
- Työehtosopimuksissa mainittavat mahdolliset lisät, kuten lomaraha
- Ennakonpidätyksen tilittäminen (Työnantaja ei maksa tätä, mutta hoitaa tilityk-  
sen)

Maksettavien sivukulujen summat vaihtelevat jonkin verran työntekijän iän mukaan. Sivukulujen laskennassa voi käyttää nyrkkisääntönä 25 % arvoa, eli bruttopalkka x 1,25.



Tämän käyttämisessä tulee silti käyttää harkintaa, huomioiden erityisesti työehtosopimusten pykälät [19]. Työnantajan on sivukulujen lisäksi huolehdittava lakivelvoitteista työntekijöitä kohtaan. Tähän kuuluu esimerkiksi teemat työturvallisuus, yhdenvertaisuus ja tasa-arvo [53, s. 33].

## 2.5 Aiempia hinnoittelututkimuksia

Empiiristen tutkimusten mukaan yleisin hinnoittelutapa kansainvälisesti on omakustannushinnoittelu. Samansuuntaiseen tulokseen on päädytty 17 tutkimuksessa, joita on toteutettu esimerkiksi Yhdysvalloissa, Iso-Britanniassa ja Kreikassa. Yhdysvalloissa Noble ja Grucan järjestämässä tutkimuksessa 56 % ilmoitti perustavansa hinnoittelunsa kustannuksiin ja vain 11 % asiakasarvoon. Euroopan keskuspankin tutkimuksessa oli mukana yhdeksän valtiota ja yli 11 000 yritystä. Tuon tutkimuksen tuloksena 54 % käytti kustannusperusteista hinnoittelua [12, s. 392-393]. Indounauksen tutkimukseen osallistui 154 teollisuusyritystä vastausprosentin ollessa 19,3 %. Tutkimus toteutettiin Likertin-asteikkoon perustuvalla menetelmällä ja luotettavuuden arviointiin käytettiin Cronbachin alfa -kerrointa ja standardipoikkeamaa. Cronbachin alfan arvo oli 0,77 [18, s. 527].

Suomalaisten yritysten hinnoittelua on tutkittu suhteellisen vähän 2000-luvulla. Vuonna 2006 Laitinen toteutti suurehkon tutkimuksen, joka lähetettiin 932 yritykselle. Yrityksistä kyselyyn vastasi 205 (22 %), joista 135 teollisuusyrityksiä. Liitteessä D esitellään teollisuusyritysten vastaukset lomakekyselyyn [23, s. 321, 326-336]. Kyselyyn vastanneiden pääasiallinen hinnoittelutapa on kustannusperusteinen (55 %). Teollisuusyrityksissä sama luku oli 57 % (LIITE D kysymys 1). Kustannusperusteinen hinnoittelu on käytännössä yleisin hinnoittelutapa Suomessa. Tutkimus on jo suhteellisen vanha ja melko epäluotettava tähän päivään [23, s. 327]. Laitinen totesi samasi tutkimuksessa, että katteisiin perustuvaa hinnoittelua käyttäisi Suomessa lähes 90 % yrityksistä. Katehinnoittelua hyödynnetään paljon myös yrityksissä, jotka eivät käytä kustannusperusteista hinnoittelua. Katteita lasketaan lisäämällä kustannuksiin tuottotavoitteen suuruinen kate. 45 % yrityksistä käyttää laskennassa normaalikalkyyliä, 10 % keskimääräiskalkyyliä ja 14 % minimikalkyyliä (LIITE D kysymys 2). Kalkyylien selitykset on esitelty luvussa 2.3.1 ja kaavoissa 8, 9 ja 10. Toimintoperusteista hinnoittelua käyttää yrityksistä 17 %. Omakustannushinnoitteluksi lasketaan liitteen D tutkimuksessa normaalikalkyyli, keskimääräiskalkyyli ja toimintoperusteinen kalkyyli. Yhteensä omakustannushinnoittelua käyttää siis jopa 72 % tutkimukseen vastanneista. Yritysten strategioissa kannattavuuden tavoittelu on voiton ja liikevaihdon maksimointia yleisempää (LIITE D kysymykset 3 ja 4).

Lisäksi hinnoittelustrategiana on yli 44 %:lla kustannusten seuraaminen (LIITE D kysymys 5) [23, s. 329-336].

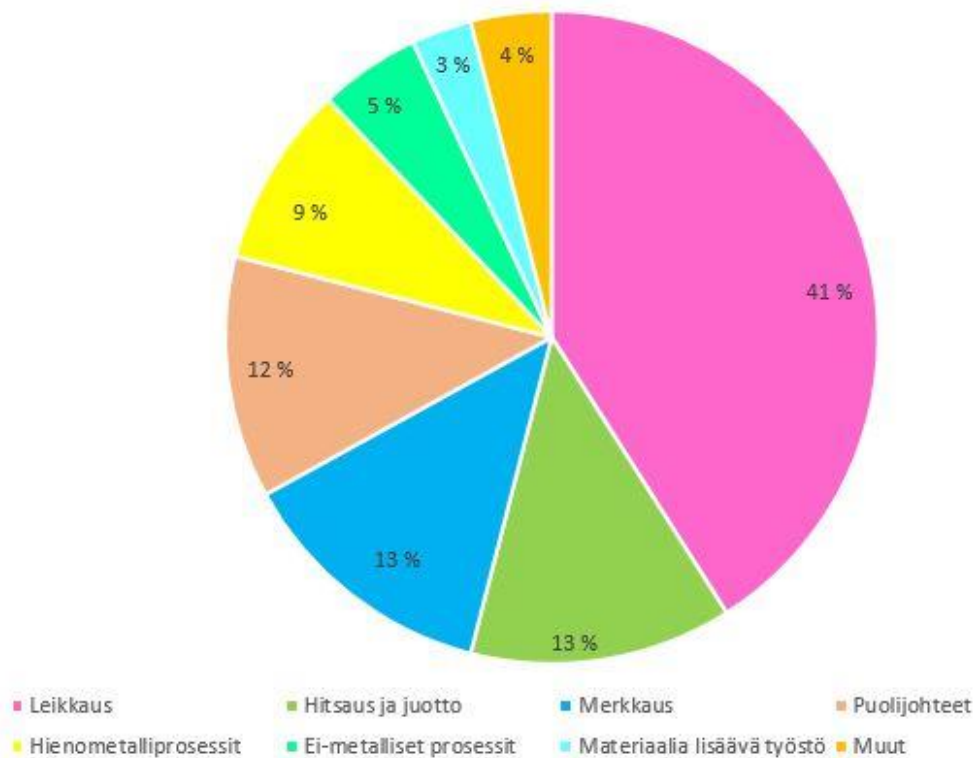
## 2.6 Laser

Laser on stimuloidun emission avulla vahvistettua valoa. Laservalo synnytetään tuomalla sen atomeihin energiaa, joka aiheuttaa elektronien virittymisen korkeammalle energiatasolle. Kun elektronit ovat virittyneet ne pyrkivät palautumaan normaalitilaan. Tämä synnyttää nopeasti kiihtyvää säteilyä. Laservalo syntyy, kun säteily on tarpeeksi voimakas muuttamaan yhden laitteessa käytettävästä heijastimesta osittain läpinäkyväksi. Heijastimena käytetään yleensä kahta peiliä, joista toinen on valoa läpäisevä. Virittämiseen tarvittava energia tuodaan pumpattavalla ulkoisella energialähteellä [25, s. 3-4].

### 2.6.1 Teknologia

Suosituimmat lasertyöstömenetelmät kansainvälisesti ovat leikkaus, hitsaus ja merkkäus. Nämä menetelmät kattavat 2/3 kaikista menetelmistä kuva 9. Lasertyöstön kokonaisvolyymi vuonna 2018 oli 5058 miljoonaa dollaria. Muita lasertyöstö menetelmiä ovat, hienotyöstö, materiaalia lisäävä työstö ja ei-metallimateriaalien työstö [5].

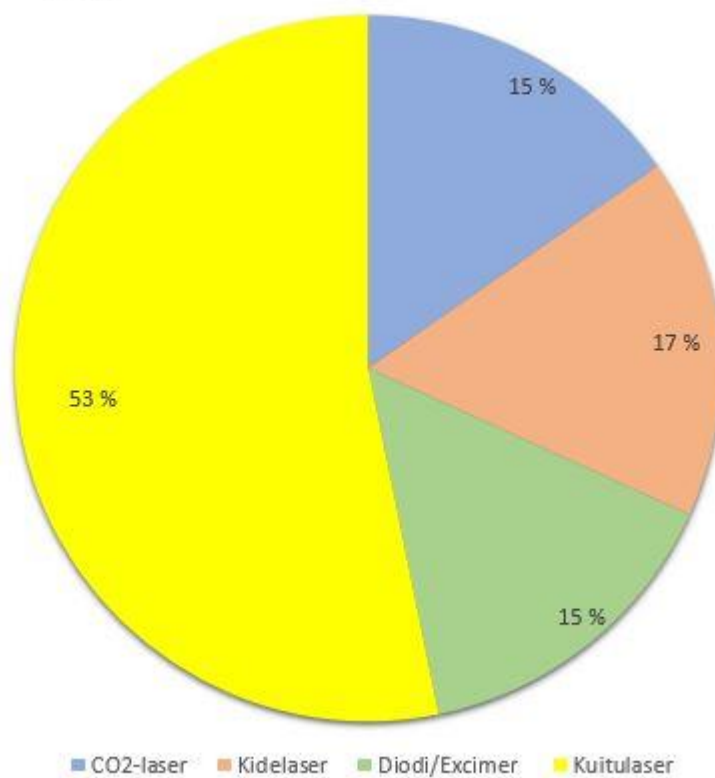
Lasertyöstölaitteiden jakauma sovellusalueittain kansainvälisesti



**Kuva 9.** Lasertyöstölaitteiden jakauma sovellusalueittain kansainvälisesti [5].

Lasertyöstön markkinat nousivat voimakkaasti 2000-luvulla. Yleisin työstökone vuonna 2005 oli CO<sub>2</sub>:lla toimiva laser, jonka yhteisöosuus oli lähes puolet kaikista käytetyistä sovelluksista. Vuonna 2019 kuitulaser on noussut käytetyimmäksi laserkoneeksi sen osuuden ollessa koko markkinoista 53,2 %. Muita laajalti tunnettuja sovelluksia ovat diodilaser, kidelaser ja excimerlaser kuva 10 [5].

**Lasertyyppien markkinajakauma kansainvälisesti**



**Kuva 10.** Lasertyyppien markkinajakauma kansainvälisesti [5].

### 2.6.2 Työstölaserit

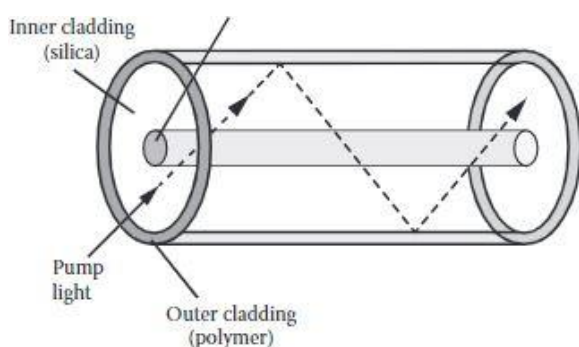
CO<sub>2</sub>-on kaasulaser, joka käyttää typpeä ja heliumia seoskaasuina. Typpi avustaa CO<sub>2</sub>-laserin sähköenergian siirtymistä molekyyliin. Tämä synnyttää laservalon vaatiman kvantin, kun riittävä määrä sähköenergiaa on absorboitunut. Helium toimii sen sijaan seoskaasun jäähdyttäjänä [1, s. 200].

**Nd: YAG-laserit** ovat kidelasereita, joiden lähettämä aallonpituus on 1064 nm. Näillä kidelasereilla laservalo synnytetään YAG-kiteessä olevilla neodyymiatomeilla. Aallonpituus on niin matala, että laserin valo läpäisee kokonaisuudessaan kvartsin ja lasin. Kidelaserin valoa voidaankin kuljettaa valokuidulla, eikä tarvita peilejä kuten CO<sub>2</sub>-laserissa. Kidelasereiden hyötysuhde on vain matala, koska suurin osa tehosta muuttuu lämmöksi [32, s. 380-383].

**Diodilaserit** ovat suurteholasereita, joiden rakenne poikkeaa CO<sub>2</sub>-lasereista ja kidelasereista huomattavasti. Rakenne koostuu lukuisista pienikokoisista diodeista. Diodien molemmat päädyt on kiillotettu ja laserointi tapahtuu näiden päätyjen välillä. Diodilaserin kokonaishyötysuhde on suhteellisen korkea moneen muuhun lasertyyppiin verrattuna. Diodilaserit ovat parhaimmillaan ohutlevyjen ja muovien hitsauksessa [1, s. 200].

**Kuitulaser** on voimakkaasti yleistynyt lasermenetelmä. Toimintaperiaatteena on laser säteen synnyttäminen suoraan optisen kuidun sisälle. Resonaattorina siinä toimii laserin kuitu. Kuitulaserit ovat lasereista käytetyin menetelmä vuonna 2019 kuva 11. Tekniikka perustuu kuidun päästä sisään tuotavaan pumppausenergiaan, joka läpäisee laseroivan kerroksen lukuisia kertoja kokonaisheijastuksen ansiosta [32, s. 389].

Kuitulaserin rakenne on modulaarinen. Lisäksi siinä käytetään yleensä useita moduleita yhtä aikaa ja yhdistetään niiden säteet toisiinsa. Rakenne muodostaa siten yhtenäisen ketjun ja mahdollistaa suuret tehot. Laserin ytimessä on mukana harvinaista maametallia, jossa optinen kuitu toimii aktiivisena väliaineena. Kuitulaserilla on vastaavanlainen toimintaperiaate kuin Nd: YAG lasereilla. Siinä käytettävät parametrit tekevät siitä kuitenkin hyvin erilaisen työstölaserin. Kuitulaserissa on myös erilainen rungon ydin, joka toimii aallon ohjaajana ja rajoittajana. Ydin määrittää lisäksi lähtösäteen laadun kuva 11.



**Kuva 11.** Korkeatehoisen kuitulaserin kaksinkertainen kuitu [7, s. 1-3].

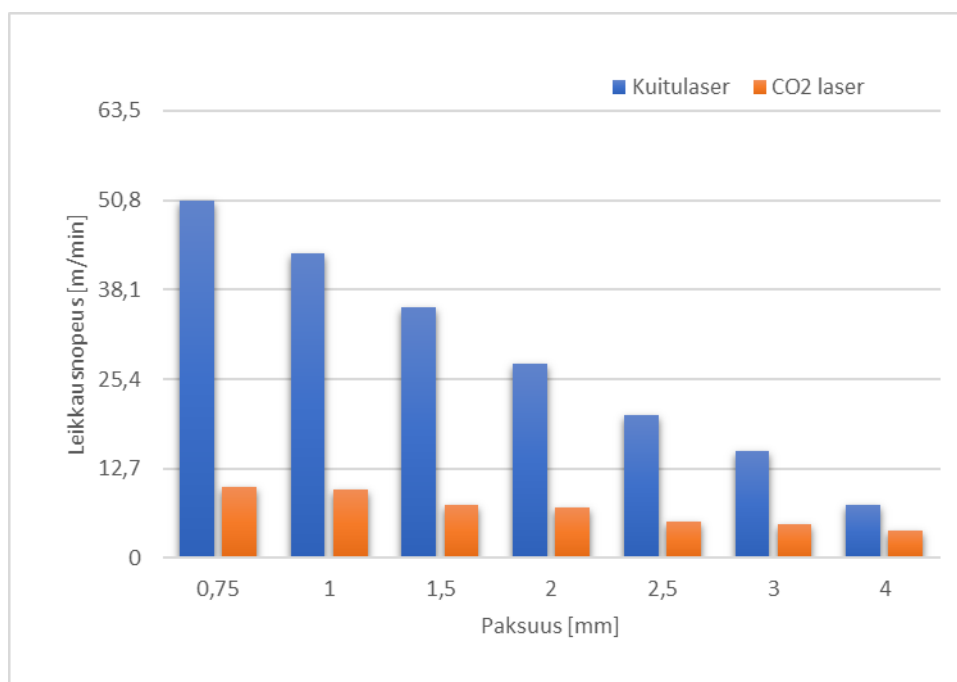
Yksittäisen kuitulaser modulin kapasiteetti on noin 1 kW. Työstössä käytetään yleensä useita pienitehoisia toisiinsa yhdistettäviä moduleita. Keskimääräinen teho yhdessä modulissa on noin 400 W. Kuitulaserin hyötysuhde on parhaimmillaan jopa 50 % mediaanin ollessa noin 25-30 %. Sama hyötysuhde on CO<sub>2</sub>-laserilla parhaimmillaankin vain 20 %. Taulukossa 1 esitellään CO<sub>2</sub>-laserin ja kuitulaserin yleiskustannuksia ja niiden eroja [7, s. 1-3].

**Taulukko 1.** Operatiivisten kustannusten vertailu [7, s. 287-290].

<b>Operatiivisten kustannusten vertailu 3-kilowatin kuitulaserin ja 3-kilowatin CO<sub>2</sub>-laserin välillä</b>		
	<b>Kuitulaser</b>	<b>CO<sub>2</sub>- Laser</b>
Käyttötunnit	50,000-100,000 tuntia	20,000 tuntia
Energian kulutus (20 tuntia/vrk, 250 työpäivää vuodessa)	11000 € vuodessa	38,200 € vuodessa
Huolto	Ei tarvetta	31,000 € vuodessa
Tarvikkeet/Työkalut	Ei tarvetta	34,000 € vuodessa
Kokonaiskustannukset	11.000 € vuodessa	103,000 € vuodessa

Yksi suurimmista syistä kuitulaserin yleistymiseen on sen monipuolinen säteen jakelujärjestelmä. Tämä jakelujärjestelmä lisää luotettavuutta ja toistettavuutta verrattuna CO<sub>2</sub>-laserin järjestelmään. Kuitulaserilla lämpötilat ja energiankulutukset ovat CO<sub>2</sub>-laseria reilusti matalampia. Varaosien, energian ja huollon tarve on vähäisemmästä jäähdätyksen tarpeesta johtuen vähäinen. Kuitulaserilla on kaksi tapaa suorittaa laserleikkaus. Ensimmäinen on käyttää tyyppiä jäähdäyttämiseen ja antaa lasertehon hoitaa leikkaus. Toinen tapa on käyttää happea leikkauksen apuna, joka aiheuttaa eksotermisen reaktion. Se on yleensä ensimmäistä tapaa nopeampi leikkaustapa. Näitä kahta leikkaustapaa kutsutaan inerttiseksi sulattamiseksi ja aktiiviseksi sulattamiseksi. Näitä prosesseja tarkastel-

laan syvällisemmin luvuissa 2.7.1 ja 2.7.2. Kuitulaserin leikkausnopeus on noin 2-4 kertaa CO<sub>2</sub>-laseria nopeampi leikatessa keskivahvoja teräksiä, alumiinia tai ruostumatonta terästä kuva 12 [7, s. 287-290].



**Kuva 12.** 6 kilowattisen kuitulaserin ja CO<sub>2</sub>-laserin leikkausnopeuden vertailu ruostumatoman teräksen typpileikkauksessa [7, s. 287-290].

Kuitulaserin leikkausnopeus alhaisilla levynvahvuuksilla johtuu sen matalasta aallonpituudesta (1,06  $\mu\text{m}$ ) verrattuna CO<sub>2</sub>-laseriin (10,6  $\mu\text{m}$ ). Matalalla aallonpituudella säde absorboituu tehokkaammin. Levynvahvuuden kasvaessa aallonpituuden merkitys vähenee ja CO<sub>2</sub>-laserin tuottaman lämpötilan merkitys kasvaa. Leikkausnopeuksien erot taasoittuvat aineenvahvuuden kasvaessa paksumpien levyjen vaatiessa enemmän lämmöntuontia leikkausprosessiin [7, s. 287-290].

## 2.7 Laserleikkaus

Laserleikkaus on terminen prosessi, jossa leikataan materiaalia sulattamalla ja höyrystämällä. Osa materiaalista palaa käytettäessä happea leikkauskaasuna. Lasersäde fokusoidaan ensin erittäin pienelle alueelle. Sitten kohdistetaan tälle alueelle suuri energiatiheys, joka mahdollistaa koko aineenpaksuuden läpi mentävän sylinterimäisen reiän valmistamisen. Lopuksi sula materiaali poistetaan kaasuvirtauksella, joka puhaltaa sulan pois leikkausrailosta [25, s. 7-9].

### 2.7.1 Inerttinen sulatus

Tämän menetelmän periaatteena on sulattaa railon etureuna lasersäteellä ja puhalttaa sula pois inertillä kaasuvirtauksella. Tätä menetelmää kutsutaan myös joskus tyypileikkaukseksi. Menetelmä on aktiivisen sulatuksen ohella käytetyin laserleikkausmetodi. Inerttisellä sulatuksella voidaan leikata lukuisia materiaaleja, johon lukeutuu lähes kaikki metallit [34, s. 12].

### 2.7.2 Aktiivinen sulatus

Laserleikkauksessa aktiivinen sulattaminen tarkoittaa happikaasun hyödyntämistä prosessissa. Prosessi itsessään menee pääosin samoin kuin inerttisen kaasun sulatuksessa. Ensin lasersäde siis sulattaa railon kappaleeseen, mutta nyt puhaltamisen sijaan happivirtaus polttaa sulan pois [34, s. 12]. Tämä mahdollistaa inerttistä sulatusta suuremmat leikkausnopeudet ja aineenvahvuudet. Happea käytettäessä lämpötilat nousevat suuremmiksi kuin inerttisessä sulatuksessa ja leikkausjälki, sekä pinnankarheus ovat yleensä parempia [28].

### 2.7.3 Metallien leikattavuus

Metallien leikkaus laserilla tapahtuu normaalisti inerttisellä tai aktiivisella sulatuksella [34, s. 12]. Metalleja leikatessa leikkausnopeus pienenee aina aineenvahvuutta kasvattaessa. Laserin tehoa lisättäessä kasvaa yleensä myös leikkausnopeus. Lasersäde ei kuitenkaan aina kohdistu yhtä tarkasti suuremmilla tehoilla, joka saattaa aiheuttaa leikkausalueen suurentumista. Leikkaustehojen kasvattaminen ei siis aina nosta leikkausnopeutta samassa suhteessa [34, s. 65-72].

Hiiliteräkset leikataan yleensä käyttäen happea apukaasuna. Näitä teräksiä voidaan myös leikata inerttisiä kaasuja käyttäen, kun on tarvetta välttää hapen aiheuttamaa oksidoitumista. Inerttistä kaasua käytettäessä leikkausprosessi hidastuu huomattavasti. Leikkausnopeus on yleensä hiiliterästen leikkauksessa merkittävämpi tekijä kuin oksidoitumisen aiheuttama hiontatyön tarve [28].

Ruostumattomia teräksiä leikataan pääosin inerttisellä sulatuksella käyttäen apukaasuna typpeä. Nämä teräkset sisältävät oksidikerroksen, joka estää korroosion syntymistä hylkien samalla hapettumista. Tämän vuoksi hapen käyttäminen ei yleensä tule kyseeseen [34, s. 13]. Ohutta ruostumatonta terästä leikataan pääosin CO<sub>2</sub> sijaan tänä päivänä kuitulaserilla. Tämä on 1-2 millimetrin aineenvahvuudella jopa tuplasti nopeampaa.

Leikkausnopeus tasoittuu, kun mennään yli viiden millimetrin vahvuisiin ruostumattomiin levyihin [34, s. 7].

Alumiinia leikataan yleensä käyttäen typpeä. Alumiinin laserleikkauksessa on useita ongelmia aiheuttavia tekijöitä, joista yksi on korkea lämmönjohtavuus. Lisäksi alumiini-seosten oksidikerroksien ominaisuudet aiheuttavat heijastavuutta. Tästä aiheutuu epätasaista leikkausprosessia ja karkeita pintoja [34, s. 22-24].

## 2.8 Tuotannonohjaus ja ammattitaidot

Tuotannolla voidaan suppeana terminä tarkoittaa ainoastaan valmistusta, mutta ohjauksessa ollaan kiinnostuneita yleensä koko tuotantoprosessista [38, s. 11]. Tuotannonohjauksen tarkoituksena on varmistaa virtauksen kulku raaka-aineesta valmiiksi tuotteeksi. Tuotannonohjaus järjestetään joko työntö- tai imuohjauksena [14, s. 11-12]. Perinteisessä tuotannonohjauksessa on taipumusta korostaa resurssien tehokasta hyödyntämistä. Mittarina käytetään resurssin käyttöastetta aikaan suhteutettuna [31, s. 9-10]. Tuotantotoiminnan tehokkuuden määrittää kuitenkin työtuntia kohti syntynyt arvonlisäys [21, s. 35]. Tuotannonohjauksen tavoitteena on kilpailukyvyn parantaminen, johon tulisi kuulua ainakin seuraavat teemat [13, s. 356].

1. Hinta
2. Laatu
3. Tuoteominaisuudet
4. Toimitusnopeus
5. Toimitusvarmuus
6. Tuotteiden muokkaus asiakastarpeita varten
7. Palvelu

### 2.8.1 Kapasiteetti ja arvoa tuottava asiakas

Tutkimusten mukaan vain 20 % yrityksistä on asiakaslähtöisiä, vaikka jopa 80 % väittää olevansa. Yritykset tietävät mitä asiakkaat tekevät, mutta eivät mitä hyötyä he niistä saavat [52, s. 75]. Tästä syystä prosessia tulisi pyrkiä havainnoimaan asiakkaan silmin. Tämän ymmärryksen kasvaessa, lisääntyy samalla ymmärrys lisäarvoa tuottavista ja tuottamattomista vaiheista. Työvaiheet voidaan edelleen jakaa kolmeen vaiheeseen, lisäarvoa tuottavat työt, lisäarvoa tuottamattomat työt ja lisäarvoa tuottamattomat välttämättö-



mät työt. Useimmiten on välttämätöntä kävellä työkohteessa, esimerkiksi työkaluja nou-  
dettaessa. Tähän voidaan vaikuttaa sijoittamalla työkalut ja materiaalit mahdollisimman  
lähelle tuotantolinjaa [26, s. 27-28].

Tuotannossa käytetään paljon termiä kapasiteetti, jolla tarkoitetaan teoreettista maksimi  
tuotantokykyä. Toiminta-asteella sen sijaan kuvataan toteutunutta tai oletettavaa tuotan-  
tokykyä käytännössä. Toimintasuhde on termi, jolla mitataan toiminta-asteen suhdetta  
kapasiteettiin [13, s. 163]. Toiminta-astetta voi kuvailla myös nettokapasiteetiksi, joka on  
usein 50-90 % teoreettisesta maksimikapasiteetista. Prosessi sisältää aina tekijöitä,  
jotka laskevat nettokapasiteetin arvoa kuva 13 [13, s. 401].

#### **Teoreettinen maksimikapasiteetti 100%**

- valmistusprosessin häiriöt %
- materiaalipuutteet %
- konerikot %
- huollot %
- työnjärjestelyjen puutteet %
- viallisten tuotteiden valmistus %
- koulutus %
- sairaslomat ja poissaolot %

**Nettokapasiteetti, 50-90% maksimikapasiteetista**

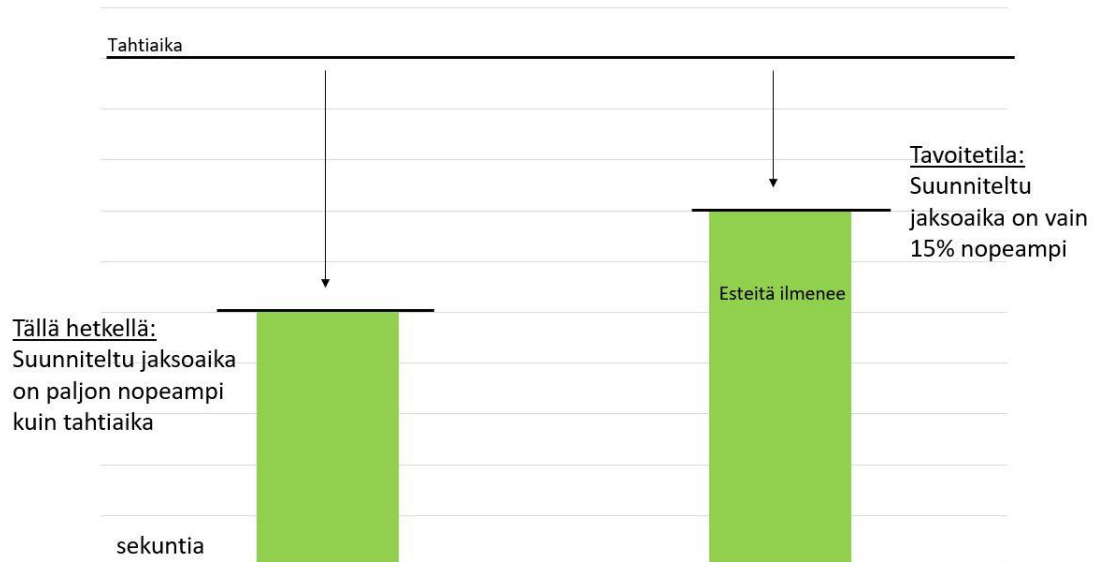
#### **Kuva 13. Kapasiteetti [13, s. 401].**

Kapasiteetin maksimoimisessa puhutaan resurssitehokkuuden maksimoinnista. Tuotan-  
non kehittämisessä tulisi resurssien sijasta keskittyä virtaustehokkuuden maksimointiin.  
Siinä pääpaino on tuotteen saattamisessa prosessin läpi mahdollisimman nopeasti. Vir-  
tausta siis parannetaan silläkin hinnalla, että jotkut resurssit (koneet) ovat käyttämättä  
jonkun aikaa. Resurssitehokkuudessa panostetaan koneiden jatkuvaan käyttämiseen ja  
virtaustehokkuudessa tuotteiden nopeaan läpimenoaikaan [31, s. 20-21]. Resurssitehok-  
kuuden sijasta mittarina käytetään tahtiaikaa, joka voidaan esittää seuraavalla kaavalla  
(11).

$$Tahtiaka = \frac{\text{Nettokapasiteetti}}{\text{Tuotteiden kysyntä}} \quad (11)$$

Tahtiajan vertailukohteena on toiminta-asteen sijasta asiakkaiden tuotteiden kysyntä.  
Lähestymistapa on siis määrittää kapasiteetin tarve kysynnän mukaan, eikä maksimoida  
kapasiteetin käyttöä vain koneiden käymiseksi. Virtauksen kehittämiseksi voidaan suun-

nitella tuotteelle jaksoaika, joka toimii tavoitteena tuotannon tahtiajoille kuva 14. Tavoitteena on siis koko ajan parantaa tuotteen läpimenoaikaa resurssitehokkuuden sijasta [37, s. 71-73].



**Kuva 14.** Tahtiaika [37, s. 73].

## 2.8.2 Tuotannon kehittäminen ja kaizen

Ennen kuin yritys aloittaa pyrkimykset kehittää tuotantomenetelmiä, tulisi sen olla tietoinen sen tuomista haasteista ja ongelmista. Kehitykset eivät yleensä onnistu, jos niitä pyritään lähestymään perspektiivisestä näkökulmasta. Sen sijaan lähestyminen tulisi nähdä päättymättömänä matkana, joka ei toimi prosessin toiston tavoin. Tähän kuuluu helposti työntekijöiden muutosvastaisuutta, sekä heikosti linkitetty kehitysohjelma ja strategia. Minkä tahansa kehitystoiminnan toteuttaminen vaatii erityistä sitoutumista johdolta. Mitään järjestelmiä ei myöskään tule suoraan kopioida jonkun toisen yrityksen konseptista [39, s. 1123-1125]. Erityisesti pitkän aikavälin orientoituminen on yrityksissä heikolla tasolla ja johtaa helposti kehityksen pysähtymiseen. Tämän takia pitäisi kyetä pitkän aikavälin kehitykseen, jopa uhraamalla lyhyen aikavälin etuja. Kehitystyötä olisi suositavaa johtaa virheistä oppimalla ja jatkuvan kehityksen (kaizen) periaatteilla [35, s. 703-708].

Kehitystyöhön lähdettäessä on syytä huomioida kolme lakia, jotka liittyvät prosessin läpimenoaikaan. Nämä ovat:

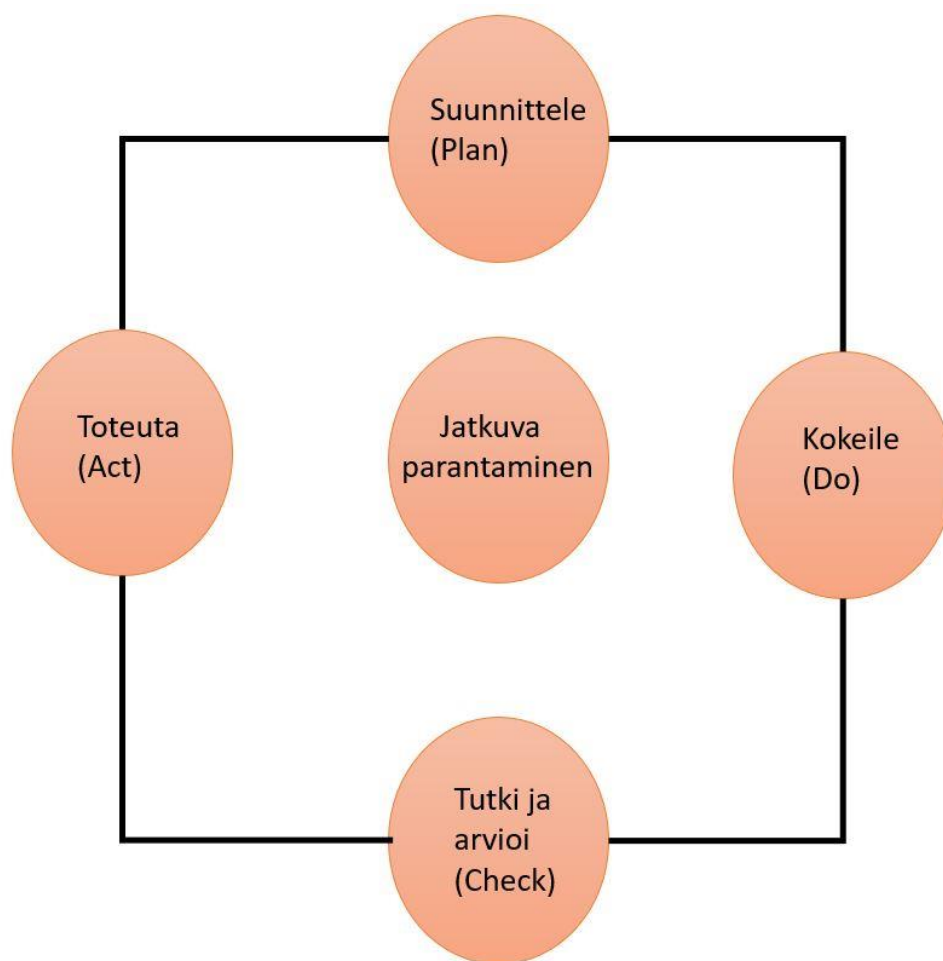
1. Littlen laki

2. Pullonkaulojen laki
3. Vaihtelun laki

Littlen laki tarkoittaa läpimenoajan kasvua prosessin keskeneräisten virtausyksiköiden ja jaksoaikojen mukaan. Yhden kappaleen läpimenoaika siis kasvaa aina kun prosessin keskeneräisten kappaleiden määrä kasvaa. Pullonkaulojen laki tarkoittaa jonon kertymistä yhdelle työpisteelle, joka luonnollisesti kasvattaa läpimenoaikaa, kun jonossa olevat kappaleet pysähtyvät jonoon. Pullonkaula syntyy normaalisti siihen prosessin vaiheeseen, jossa läpimenoaika on kaikkein pisin. Pullonkaulan eliminointi esimerkiksi lisäämällä resursseja, johtaa useimmiten sen ilmaantumiseen jossain muualla prosessissa. Kolmas laki sisältää kaikki prosessiin kuuluvat luontaiset vaihtelut, kuten koneiden rikkoutuminen tai raaka-aineiden loppuminen kesken [31, s. 34-44]

Kaizen on jatkuvan kehityksen periaate, jossa korostuu käytännönläheisyys. Kaizenin pyrkimyksenä on lähestyä asioita yksinkertaisesti ja jättää monimutkaisen teknologian ajattelu vähemmälle huomiolle. Lisäinvestointien sijasta kaizenissa pyritään vähentämään tuotantoon kohdistuvaa arvoa tuottamatonta toimintaa [27, s. xv-xvi]. Kaizen keskittyy siis prosessin päättymättömään parantamiseen. Siinä ajattelun keskiössä on huonojen tulosten johtuminen epäonnistuneesta prosessista [27, s. 3-4]. Kehityksen tavoitteena voi olla esimerkiksi tuottavuuden parantaminen, tuotantolinjojen lyhentäminen, koneiden seisonta-aikojen lyhentäminen tai varastoinnin vähentäminen [27, s. 44].

Alussa jokainen uusi prosessi on epävakaa. Plan-Do-Check-Act (PDCA) on kaizenin tunnetuimpia työkaluja, joka toimii toistuvana syklinä kuva 15.

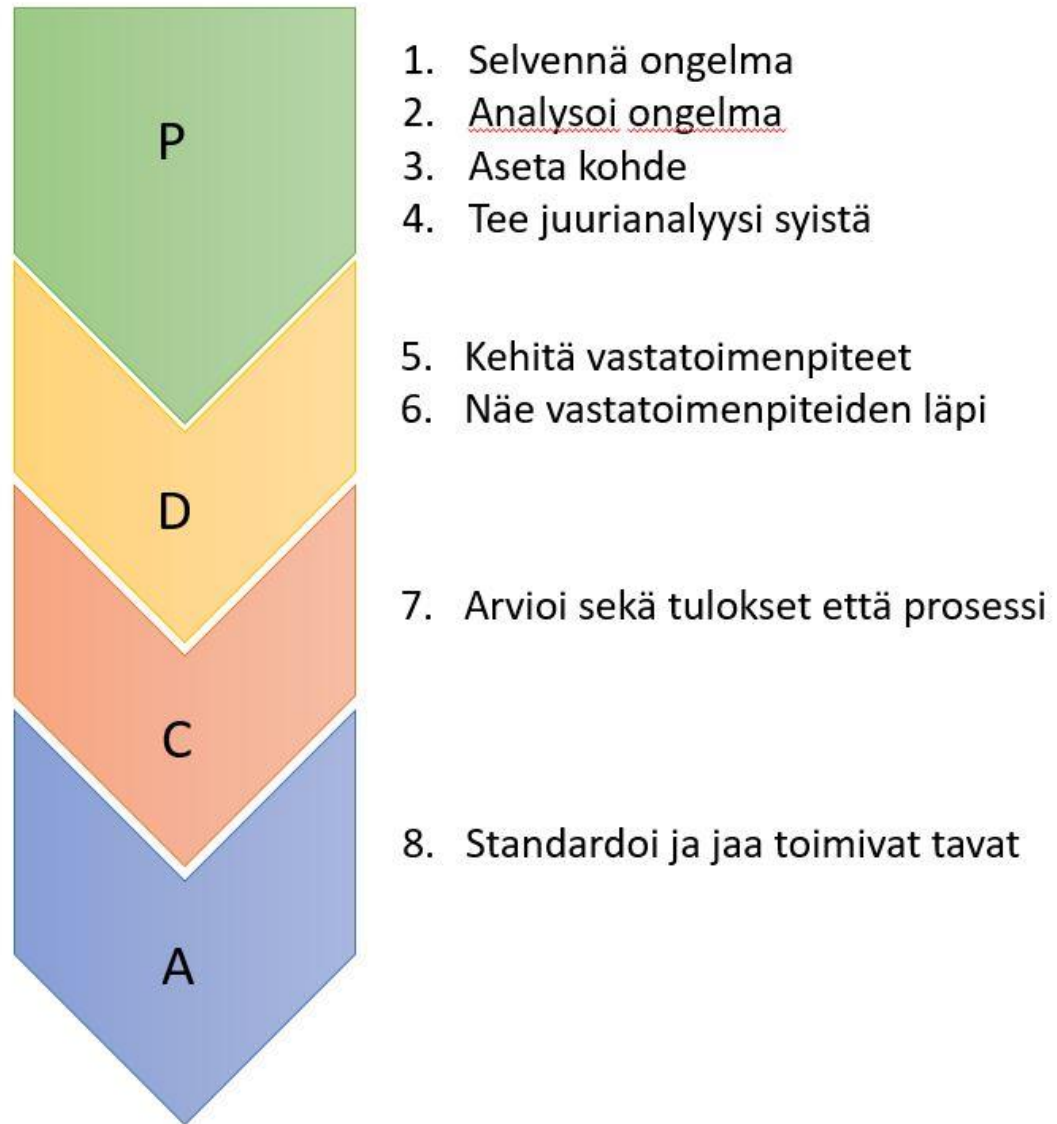


**Kuva 15.** Laatuympyrä [52, s. 289].

Suunnittelu on syklin ensimmäinen vaihe, jossa asetetaan kehityksen kohde ja suunnitellaan toimenpiteet, jotka tavoitteen saavuttamiseksi tarvitaan. Kaizenin filosofian mukaan kehityskohteita löytyy aina. Suunnittelussa voidaan käyttää hyödyksi kaizenin tarkistuslistaa, jossa on määritelty yleisimpiä kehityskohteita (LIITE F). Kokeilu vaiheessa suunnitelma pannaan täytäntöön, ja sitä seuraa tutkiminen ja arviointi. Tässä vaiheessa tutkitaan vastaako toteutus alussa tehtyjä suunnitelmia ja tavoitteita. Jos suunnitelmat ja tavoitteet täyttyivät, uudet standardit ja proseduurit pannaan täytäntöön vaiheessa neljä. Jos tavoitteet eivät täyttyneet, on palattava syklin alkuun [27, s. 4-5, 210].

Työpajat ovat erityisiä hankkeita, joissa kootaan ihmisiä yhteen keskittymään määrätyn prosessin vaiheisiin ja sen parantamiseen. Tämän tyyppisen työpajan kesto on tavallisesti yhdestä viiteen päivään. Työpajoja pidetään vain ajoittain, ja siksi niiden pitämistä ei voi kutsua jatkuvaksi parantamiseksi. Tiimillä on taipumusta hajota pidetyn työpajan jälkeen. Tämän vuoksi on oletettava, että pajasta saadut hyödyt katoavat epäjärjestyksen vallitessa [37, s. 23].

Kaizeniin kuuluvassa standardoidussa ongelman ratkaisussa puhutaan kahdeksan vaiheisesta lähestymisestä kuva 16, jotka kirjataan A3 paperille. Kaikki tieto on siis mahduttava tuolle arkille.



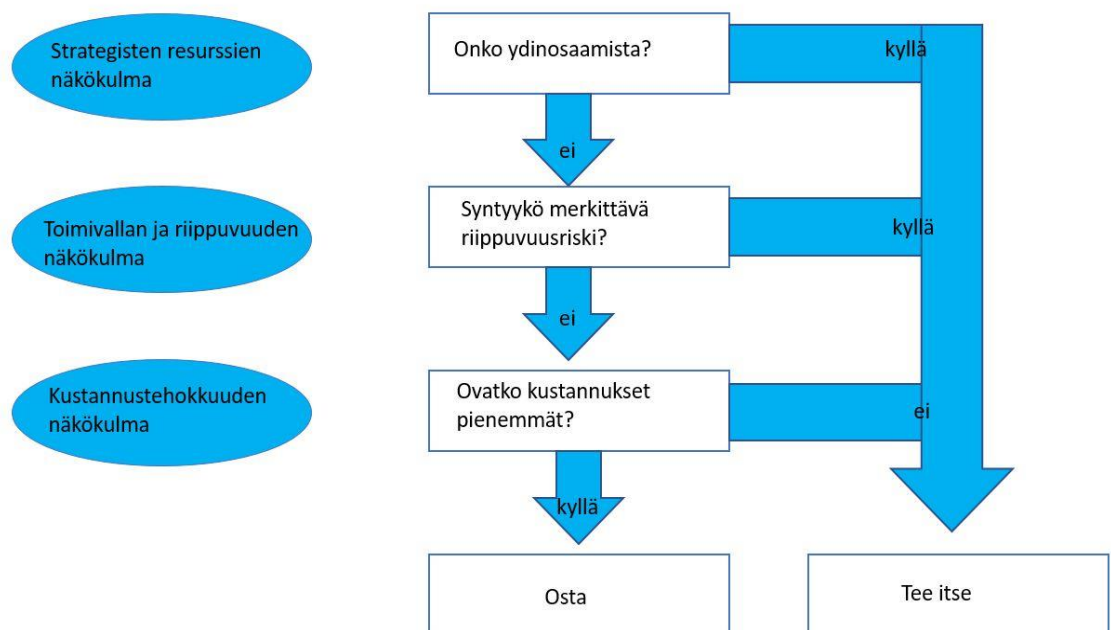
**Kuva 16.** Kahdeksan askeleen ongelmanratkaisu [27, s. 60].

Kuten huomataan, kuvassa 16 esiintyy sama sykli kuin kuvassa 17. Tämä kahdeksan-vaiheinen sykli siis yhdistyy aiemmin esitetyn nelivaiheisen syklin kanssa. Juurisyyn etsimiseen on lukuisia työkaluja, mutta tunnetuin niistä on viisi-kertaa miksi työkalu. Se on tehokas ja looginen tapa etsiä juurisyys. Vastatoimenpiteisiin tulisi ryhtyä vasta kun juurisyys on kyetty selvittämään [27, s. 59-61].

Yhä suurempi osa työstä on jatkuvaa oppimista. Työtehtäviä kierrättämällä henkilöltä toiselle voidaan kartuttaa kokemusta ja osaamista. Samalla edistetään uuden tiedon

luontia ja hiljaista oppimista molempiin suuntiin. Kun henkilö palaa takaisin vanhaan tehtäväänsä, hän kykenee monesti katsomaan työtään uudesta perspektiivistä ja hahmotamaan kokonaisuuksia paremmin [29, s. 118].

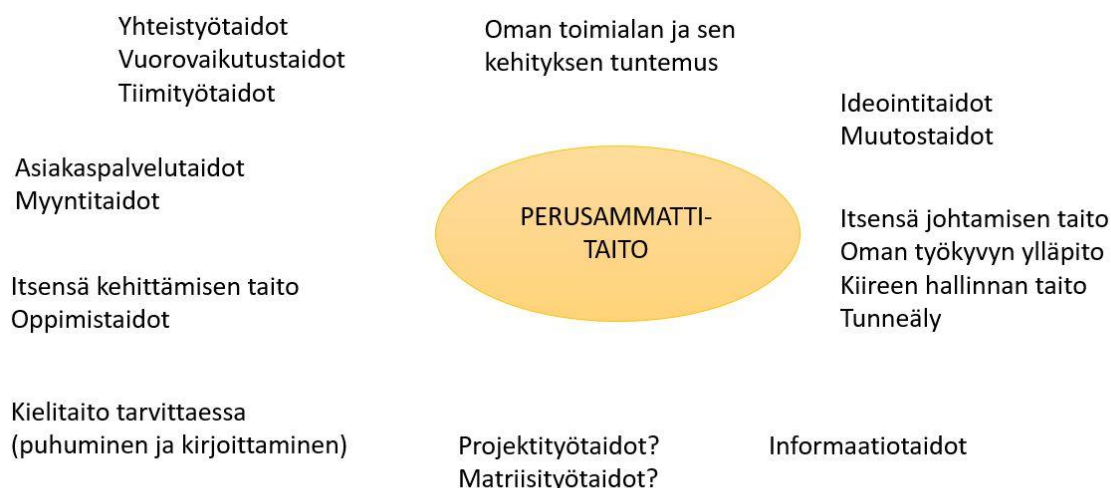
Tuotannon ulkoistamisella tarkoitetaan tietoista päätöstä, jossa tuotanto tai jokin sen osa siirretään alihankkijan valmistettavaksi [38, s. 46]. Ulkoistamisen syitä voivat olla esimerkiksi oman kapasiteetin riittämättömyys, ammattitaidon puute, laatuvaatimukset tai kustannukset [42, s. 199]. Tuotannon siirtäminen voi positiivisessa mielessä tuoda kilpailuetua ja lisätehokkuutta tuotantoon [38, s. 96]. Siirtoon liittyy toisaalta riskiä kriittisen osaamisen siirtymiseen pois yrityksestä. Samalla saatetaan menettää kyseisen tuotantoprosessin tuomien kehitysmahdollisuuksien hyödyntäminen [38, s. 50]. Ulkoistamispäätös tehdään monesti puhtaasti vertailemalla tuottoja ja kustannuksia oman tuotannon ja mahdollisen alihankkijan välillä. Siirron vaikutuksia tulisi arvioida laajemmin kriittisten muuttujien suhteen kuva 17 [52, s. 174]. Näitä muuttujia ovat esimerkiksi toimitusvarmuus, laatu, ulkonäkö ja nopeus [38, s. 98].



**Kuva 17.** Ulkoistamispäätökseen liittyvät kriittiset tekijät [52, s. 174].

### 2.8.3 Työelämäosaaminen

Yrityksen henkilöstövoimavarat muodostuvat pääosin henkilöstön määrästä, laadusta ja työyhteisöstä [52, s. 221]. Työelämässä tarvitaan runsaasti erilaista osaamista, jotka voidaan karkeasti erotella kahteen luokkaan. Nämä ovat perusosaamiseksi mielletävä prosessiosaaminen ja ammattiosaamista sisältävä substanssiosaaminen. Substanssiosaamiseksi mielletään esimerkiksi sähkökytkentöjen tekeminen, jonka voi tehdä vain sähkömies. Prosessiosaamiseksi taas mielletään kuvassa 18 näkyvät asiat, jotka jokaisen tulisi riittävissä määrin hallita [40, 67-68]. Tietyntyyppisen osaamisen tarve on laskenut ja toisen taas kasvanut. Nykypäivänä tarvitaan erityisesti abstrakteja valmiuksia. Toisaalta rutiininomaisten töiden tarve on voimakkaasti laskenut [21, s. 59].



**Kuva 18.** Prosessiosaaminen ja substanssiosaaminen [40, s. 68].

Eräs tärkeimmistä työelämätaidoista on kehittää omaa ammattitaitoaan jatkuvasti [40, s. 193]. Ammattitaidon kehittämiseen tulisi kuulua itsenäistä halua ja taitoa seurata omalla toimialalla tapahtuvia kehityksiä. Omatomiseen tietojen kartuttamiseen voi kuulua esimerkiksi oman alan ammattilehtien lukemista [40, s. 81]. Yrityksessä määrätietoista kehitystyötä tapahtuu vain, jos se otetaan selkeästi tavoitteeksi [52, s. 293]. Eräs tapa tukea osaamisen kehittämistä, on järjestää mentorointiohjelmia [52, s. 237].

Mentorointia kuvaillaan yleensä toimintana, jossa kokeneempi mentori ohjaa kokemattomampaa aktoria. Mentorointi perustuu näiden kahden ihmisen luottamukselliseen vuorovaikutukseen. Suhde toimii parhaiten, kun mentori sitoutuu auttamaan ja aktori on ke-

hittymishaluinen. Olennaisin asia mentoroinnissa on oppiminen [22, s. 11-12]. Mentoroinnin kuuluisi perustua ammatillisen kehityksen tukemiseen, eikä perehdytyksessä tyyppilliseen saneluun. Mentoroinnin aihealueet/tavoitteet voivat olla:

- Ongelmanratkaisu
- Ammatillinen kasvu
- Työhyvinvointi
- Ura
- Hiljainen tieto

Mentoroinnin reunaehdot määrittää usein organisaatio. Yksityiskohtaiset tavoitteet mentorin ja aktori määrittävät keskenään [22, s. 33-44]. Avoin viestiminen on väärinkäsitysten välttämiseksi mentorointiohjelmalle erityisen tärkeää [22, s. 77]. Mentorointiohjelman tavanomainen kesto on vuoden verran. Tapaamiskertojen määräksi suositellaan 6-10 kertallaan 2 tuntia. Yhteensä tämä tarkoittaa 1-3 koulutuspäivää [22, s. 80].



### 3. NYKYTILA JA EMPIIRISET TUTKIMUKSET

Diplomityössä hyödynnetään monimenetelmällistä tutkimusotetta. Tämä johtuu pääosin siitä, että alustavia esitietoja aiheesta on vähän. Lisäksi triangulaatiolla pyritään vahvistamaan tutkimuksen luotettavuutta luku 1.4.4. Käytännössä tutkimukset tehdään kahdessa vaiheessa. Ensin toteutetaan laadullisten menetelmien tutkimukset havainnoinnilla ja teemahaastatteluilla. Sitten toteutetaan lomaketutkimus, jolla pyritään löytämään laadullista analyysiä vahvistavaa tietoa, sekä Meyerille sopivimmat hinnoittelumenetelmät.

Tässä luvussa esitellään yrityksen nykytilan kuvaus ja empiiristen tutkimusten toteuttamistavat. Tutkimus aloitettiin tekemällä viiden työpäivän (8 h/päivä) havainnointi laserkeskuksen työympäristössä helmikuussa 2019. Tutkimuksessa käytettiin aluksi havainnointia, koska esitietoja oli liian vähän haastattelun luomiseksi luku 1.4.2. Havainnointi suoritettiin pääosin työhön osallistumatta. Laserin työntekijät suhtautuivat kysyttäessä havainnointiin positiivisesti ja antoivat työn ohessa tietoa metallien laserleikkauksesta. Havainnoinnin jälkeen siirryttiin teemahaastattelun kysymyksiin (LIITE A ja B). Teemahaastattelun kulku on esitelty luvussa 1.4.3. Teemahaastattelujen aikana havainnointia jatkettiin yhden viikon ajan. Havainnointi ja teemahaastattelut kestivät yhteensä kaksi viikkoa. Tuona aikana tehtiin runsaasti muistiinpanoja esimerkiksi materiaalien kulutuksesta, työajoista ja kaasun kulutuksesta. Teemahaastattelun tarkoituksena oli selvittää lasertuotannossa aiheutuvat kustannustekijät mahdollisimman tarkkaan. Samalla pyrittiin etsimään yhtäläisyyksiä havainnoinnissa tehtyihin muistiinpanoihin.

Havainnoinnin ja teemahaastattelujen jälkeen aloitettiin hinnoittelumallin suunnitteleminen. Yrityksen kustannustekijät laserille olivat tässä vaiheessa hyvin tiedossa, mutta niiden soveltaminen hinnoittelussa ei. Tämän vuoksi lähetettiin 50 Suomalaiseen laseryritykseen määrällisiin tutkimuksiin perustuva lomakehaastattelu. Lomakehaastattelun käyttäminen on perusteltua, koska tämän tutkimuksen puitteissa ei ole ajallisesti mahdollista tehdä haastatteluja ympäri Suomea. Lomaketutkimus voidaan sen sijaan lähettää kohdeyrityksille sähköpostilla luku 1.4.1. Lomakehaastattelu toteutettiin maaliskuussa 2019. Kaikki tutkimukseen vastanneet yritykset palauttivat kyselyn viikon kuluessa. Kahden viikon jälkeen lomakekysely lähetettiin muistutuksena uudestaan jäljelle jääneisiin 42 yritykseen. Yhtään uutta vastausta kyselyyn ei siitä huolimatta tullut. Kyselyyn vastanneista puolet oli yrityksen toimitusjohtajia ja loput teknisiä myyjiä.

### 3.1 Havainnointi ja teemahaastattelu

Tutkimuksen kohteena on Meyer Oy:n ohutlevytyöpajan laserleikkuri ja sen ympärillä tapahtuvat työt. Laserleikkuri on turkkilaisen yhtiön Ermaksanin valmistama kuitulaser. Tällä kuitulaserilla kyetään leikkaamaan 1,5 m x 3,0 m kokoisia levyjä. Laserleikkurilla tehtävät työt ja niiden parametrit selviävät havaintojen mukaan leikkausraporteista (LIITE C). Leikkuualueeksi muodostuvat taulukon 2 materiaalit ja aineenvahvuudet, jotka on määritetty leikkausraporteista. Meyer Oy käyttää laserleikkauksen hinnoittelussa tois- taiseksi kiinteää tuntihintaa, riippumatta muista tuotannontekijöistä.

**Taulukko 2. Leikkausalue.**

Materiaalit	Aineenvahvuudet (mm)
Hiiliteräs	1-5
Galvanoitu hiiliteräs	1-5
Ruostumaton teräs	1-5
Haponkestävä teräs	1-5
Alumiini	1-5
Merialumiini	1-5

Havainnoinnin analyysi suoritettiin kahden kuukauden leikkausraporttien pohjalta, joista saatiin materiaaliikohtaiset osuudet ja leikkausajat taulukko 3. Töiden lukumäärä tällä ajanjaksolla oli 104 kpl.

**Taulukko 3. Leikkausraportti.**

Materiaalit	Painot (kg)	Materiaalin osuus (%)	Leikkausajat (min)	Aikojen osuus (%)
Hiiliteräs	273	21,9	50,3	15,5
Galvanoitu hiiliteräs	388	31,1	111,4	34,2
Ruostumaton teräs	234	18,8	74	22,7
Haponkestävä teräs	234	18,8	74	22,7
Alumiini	59	4,7	7,9	2,5
Merialumiini	59	4,7	7,85	2,4
<b>Yhteensä</b>	<b>1247</b>	<b>100</b>	<b>325,45</b>	<b>100</b>

Laserleikkauksessa käytetään apukaasuina typpeä ja happea luvut 2.7.1 ja 2.7.2. Hap- pea käytetään vain hiiliteräksen leikkaamiseen, joten sen osuus on 15,5 % taulukon 3 mukaisesti. Muut materiaalit leikataan tyellä ja sen osuus kattaa loput 85,5 %. Ainoa

merkittävä ero on alumiinin leikkauksessa, joka on silmin nähden hitaampaa kuin muiden materiaalien leikkaus. Käytännössä alumiiniin kuluu eniten työaika, koska niiden leikkauks jäljet joudutaan lisäksi hiomaan. Tämä on linjassa luvun 2.7.3 mukaan, jossa esitettiin ongelmat alumiinin leikkauksesta. Työajasta vain murto-osa on laserleikkausta. Leikkauksaikoja ei voida käyttää relevantteina hinnoitteluperusteina. Aineenvahvuudet ja niistä aiheutuvat kilot ovat myös matalia. Materiaali ei myöskään voi toimia hinnoittelun pääperiaatteena.

Teemahaastatteluun osallistui kaksi työnjohtajaa ja kolme työntekijää. Laserleikkauksen osuus on (LIITE B kysymys 9) 10 % ohutlevytyöpajan tuotannosta. Lasertyöstöön kuuluu raporttien (LIITE C) ja teemahaastattelujen (LIITE B kysymys 10) mukaan seuraavat kustannustekijät.

1. Työtunnit
2. Materiaali
3. Hukkamateriaali
4. Kiinteät palkat
5. Suojakaasu
6. Sähkö
7. Työkalut ja varaosat
8. Huollot

Työntekijöiden teemahaastattelujen (LIITE A kysymys 6) mukaan laserleikkurilla tehdään työtä 3,5-4 tuntia päivää kohden. Toteutunut leikkauksaikojen keskiarvo on kahden kuukauden leikkaustraporttien mukaan vain 8,3 minuuttia työpäivää kohden (LIITE C). Tämä tarkoittaisi sitä, että laserilla tehtävästä työstä leikkausta on vain 3,7 %. Loput 96,3 % ovat kaikkea muuta prosessiin liittyvää pakollista työtä luku 2.8.1. Näitä ovat liitteiden A ja B mukaan materiaalin noutaminen, asetusajat, valmisteiden nostaminen ja siirtäminen, sekä kuvien piirtäminen ja hionta. Toisinaan aikaa menee myös epäselvien kuvien selvittelyyn ja erilliseen raportointiin. Kaikki työntekijöiden tekemät työvaiheet menevät kustannuskategoriassa osioon palkat- ja työnantajan sivukulut luku 2.4.

Liitteen A ja B kysymyksissä 3, 5, ja 8 tiedustellaan mielipiteitä leikkausprosessiin liittyvistä ongelmista. Haastateltavien vastauksissa käytetään luvun 1.4.5 tyypittelyn periaatteita. Pääasiassa vastauksista etsitään samankaltaisuutta. Kaikki viisi haastateltavaa nimesivät ongelmaksi laserleikkauksessa tarvittavat 2D- kuvat. Kuvissa esiintyy säännöllisiä puutteita skaalauksissa ja mitoituksissa. Lisäksi osa työntekijöistä ei hallitse kuvien

korjaamista ja tämä on usein yhden henkilön vastuulla. Tämä viittaisi puutteelliseen substanssiosaamiseen, jota laserleikkauksessa vaaditaan päivittäin luku 2.8.3. Tästä johtuen kuvien puutteet voivat helposti pysäyttää laserleikkaustuotannon.

Neljä haastateltavaa viidestä nimesi ongelmaksi materiaalin hankinnan ja tuotannonohjauksen. Leikkuuprosessin työjonoissa esiintyy monesti aikatauluongelmia ja yksittäisiä töitä saatetaan asettaa etusijalle kiireellisyyteen vetoamalla. Tämä viittaisi epäselvyyksiin tuotannonohjauksen järjestämisessä. Yksittäisten töiden etusijalle asettaminen saattaa kuulostaa oikealta ratkaisulta, mutta on pois kapasiteetin normaalista käytöstä. Tätä voidaan demonstroida työjärjestelyjen puutteiden ja normaalin tuotannon valmistusprosessin häiriöiden ilmaantumisella kuvassa 13 luvussa 2.8.1. Tämän kiireellä tuotantoon otetun työn tahtiajan pudotessa huomataan kaikkien muiden jonossa olevien töiden tahtiajan kasvavan kuva 14. Työjonojen järjestyksessä saisi olla kaikkien viiden haastateltavan mukaan enemmän peräkkäisiä samaa materiaalia sisältäviä töitä.

Liitteiden A ja B kysymyksessä 7 tiedustellaan työpaikan yhteishengen toimivuutta. Suurin osa haastateltavista olivat tyytyväisiä yhteishengen toimivuuteen. Yksi haastateltavista mainitsi, että parannettavaa henkilökemioissa olisi. Tämä yksi henkilö edustaa tavallaan luvun 1.4.5 poikkeavaa tapausta laadullisessa analyysissä.

### 3.2 Lomaketutkimus

Empiirisen tutkimuksen toisessa osassa käsitellään teollisille yrityksille lähetettyä lomaketta, jota on analysoitu kvantitatiivisin menetelmin (LIITE E). Hinnoittelututkimus lähetettiin 50 yritykseen, joista tutkimukseen vastasi kahdeksan. Vastausaktiivisuus oli siis 16 %. Osuus on melko pieni ja jäi toivotusta. Vastausprosentti on silti lähellä aiempien samankaltaisten tutkimusten vastausprosenttia luku 2.5. Lomaketutkimuksen kysymykset 1-5 ovat samoja kysymyksiä kuin lähteen [23, s. 326-336] kysymykset liitteessä D. Tätä aiemmin tehtyä tutkimusta päädyttiin käyttämään, koska muita vastaavatyypisiä julkisia tutkimuksia ei juuri ole Suomessa tehty luku 2.5. Analyysimenetelmänä näille kysymyksille käytetään liitteen D ja nykyisen työn kysymysten (1-5) yhteensopivuusanalyysia ( $\chi^2$  yhteensopivuustesti) luku 1.4.1. Prosentuaalisella yhteensopivuustestillä pyritään tutkimaan, miten prosenttiosuudet ovat muuttuneet liitteen D tutkimuksen ajankohdasta. Kahden tutkimuksen vertaileminen on teorian mukaan perusteltua 1.4.1.

Pääasiallinen hinnoittelumenetelmä (LIITE E kysymys 1) otoksen laserleikkausyrityksissä on kustannusperusteinen menetelmä, jota kaikki kahdeksan yritystä vastasivat käyttävänsä taulukko 4.

**Taulukko 4.** Yritysten hinnoittelutapa.

Pääasiallinen hinnoittelutapa	Tämä tutkimus	Liite D
Kustannusperusteinen	8	68
Kilpailuperusteinen	0	36
Kysyntäperusteinen	0	12
Sopimukseen perustuva	0	3
<b>Yhteensä</b>	<b>8</b>	<b>119</b>
<b>Vertailtava p-luku</b>	<b>0,13</b>	

Tutkimusotoksen ollessa pieni, on yleistysten tekeminen riskialtista. Taulukon 4 x<sup>2</sup> yhteensopivuustestin p-luku on 0,13, joka on reilusti yli teoriassa määritetyn hyväksymisrajan 0,05 luku 1.4.1. Taulukon 4 vastauksista voidaan sanoa löytyvän prosenttiosuuk-sien yhtenevääisyyttä. Käytännössä kustannusperusteinen menetelmä on suurella toden-näköisyydellä käytetyin menetelmä laserleikkausyrityksissä. Seuraavaksi yrityksiltä ky-syttiin tuotekalkyyleistä. (LIITE E kysymyksen 2) Vastaukset jakautuivat seuraavasti tau-lukko 5.

**Taulukko 5.** Yritysten tuotekustannuslaskelman periaatteet.

Tuotekustannuslaskelma	Tämä tutkimus	Liite D
Minimikalkyyli	1	20
Keskimääräiskalkyyli	2	10
Normaalikalkyyli	2	62
ABC-kalkyyli	0	17
Muu kalkyyli	2	8
Kustannuksia ei lasketa	1	2
<b>Yhteensä</b>	<b>8</b>	<b>119</b>
<b>Vertailtava p-luku</b>	<b>0,04</b>	

Kalkyylien vertailussa p-luku on 0,04, joka on alle hyväksymisrajan. Tämä tarkoittaa sitä, että prosenttiosuudet liitteen D ja tämän työn välillä eroavat liikaa, jotta niitä voitaisiin pitää toisistaan riippuvaisina. Liitteeseen D verraten voidaan varovasti todeta, että nor-maalikalkyylin käyttäminen näyttäisi olevan pienessä laskussa yleisellä tasolla. Tämä puolestaan kertoisi kevyestä muutoksesta kustannushinnoittelusta kohti muita hinnoitte-lumenetelmiä. Kalkyylien toimintaperiaatteet on esitelty luvussa 2.3.1. Kysymyksen 3 [LIITE E] tekijät esitellään omissa taulukoissaan. Tavoitetuoton vaikutukset katteisiin on esitelty taulukossa 6.

**Taulukko 6.** *Tavoitetuoton vaikutus katteisiin.*

<b>Tavoitetuotto</b>	<b>Tämä tutkimus</b>	<b>Liite D</b>
Ei merkitystä (1)	0	10
Jonkin verran (2)	0	14
Keskimääräisesti (3)	2	36
Paljon (4)	4	66
Erittäin paljon (5)	2	47
<b>Yhteensä</b>	<b>8</b>	<b>173</b>
<b>Vertailtava p-luku</b>	<b>0,83</b>	

Tavoitetuoton vertailussa p-luku on erittäin korkea 0,83. Tämä tarkoittaa sitä, että vertailtavilla tutkimuksilla on erittäin korkea yhteneväisyys. Näin korkeissa p-luvuissa on syytä huomioida pieniin otoksiin usein liittyvä sattuman vaikutus tuloksiin luku 1.4.1. Tavoitetuoton vaikutus on siis pysynyt Liitteen D tutkimuksesta tähän päivään kutakuinkin samanlaisena. Tavoitetuoton mediaani tässä tutkimuksessa on 4 ja keskiarvo myös tasan 4,0. Tavoitetuotolla voidaan katsoa olevan paljon merkitystä katteiden hinnoittelussa. Kysymyksen 3 toinen kohta käsittelee kysynnän vaikutusta katteisiin taulukko 7.

**Taulukko 7.** *Kysynnän vaikutus katteisiin.*

<b>Kysyntä</b>	<b>Tämä tutkimus</b>	<b>Liite D</b>
Ei merkitystä (1)	0	7
Jonkin verran (2)	3	17
Keskimääräisesti (3)	2	54
Paljon (4)	3	65
Erittäin paljon (5)	0	30
<b>Yhteensä</b>	<b>8</b>	<b>173</b>
<b>Vertailtava p-luku</b>	<b>0,13</b>	

Kysynnän vaikutuksen vertailussa p-luku on 0,13, joten prosenttiosuuksilla on jonkin verran yhteneväisyyttä. Tässä tutkimuksessa mediaani on 3 ja keskiarvo myös tasan 3,0. Otosten yhteneväisyyden vuoksi voidaan todeta kysynnän vaikutuksen säilyneen jokseenkin samalaisena Liitteen D tutkimuksesta. Kysynnällä voidaan sanoa olevan keskimääräinen merkitys katteisiin. Kysymyksen 3 kolmas kohta käsittelee kilpailun vaikutusta katteisiin taulukko 8.

**Taulukko 8.** Kilpailun vaikutus katteisiin.

Kilpailu markkinoilla	Tämä tutkimus	Liite D
Ei merkitystä (1)	0	5
Jonkin verran (2)	4	6
Keskimääräisesti (3)	1	39
Paljon (4)	3	65
Erittäin paljon (5)	0	58
<b>Yhteensä</b>	<b>8</b>	<b>173</b>
<b>Vertailtava p-luku</b>	<b>0,00</b>	

Kilpailun vaikutuksen vertailussa p-luku on 0,00, joten prosenttiosuuksilla ei ole otosten välillä tässä kysymyksessä yhteneväisyyttä. Tämän tutkimuksen mediaani kilpailulle on 2,5 ja keskiarvo 2,875. Kilpailun vaikutuksella tämän tutkimuksen yrityksille voidaan sanoa olevan keskimääräinen merkitys katteisiin. Tuloksia ei voi yhteneväisyyden puuttumisen vuoksi kuitenkaan yleistää koskemaan suurempaa teollisuusyritysten joukkoa. Liitteen D mukaan teollisuusyrityksillä on kilpailun osalta paljon vaikutusta katteisiin. Tämän tutkimuksen laserleikkausyritykset näyttäisivät antavan vähemmän painoarvoa kilpailun vaikutuksille. Kysymyksen 3 neljäs kohta käsittelee hintasopimuksen vaikutuksia katteisiin taulukko 9.

**Taulukko 9.** Hintasopimusten vaikutus katteisiin.

Hintasopimukset	Tämä tutkimus	Liite D
Ei merkitystä (1)	1	36
Jonkin verran (2)	1	22
Keskimääräisesti (3)	3	47
Paljon (4)	2	41
Erittäin paljon (5)	1	27
<b>Yhteensä</b>	<b>8</b>	<b>173</b>
<b>Vertailtava p-luku</b>	<b>0,96</b>	

Hintasopimusten vaikutuksen vertailussa p-luku on 0,96, joka on erittäin korkea. Tämä kertoo tutkimusten erittäin korkeasta yhteneväisyydestä. Näin korkeissa luvuissa on huomioitava tämän otoskoon pienuus, joten sattumalla voi olla tutkimuksessa osansa luku 1.4.1. Tämän tutkimuksen mediaani hintasopimuksille on 3 ja keskiarvo 3,125. Hintasopimuksilla on keskimääräinen merkitys katteisiin. Korkean p-luvun vuoksi hintasopimusten vaikutusten katteisiin voidaan sanoa pysyneen melko samana Liitteen D tutkimuksesta. Kysymyksen 3 viides kohta käsittelee tilannetekijöiden vaikutusta katteisiin taulukko 10.

**Taulukko 10.** Tilannetekijöiden vaikutus katteisiin.

Tilannetekijät	Tämä tutkimus	Liite D
Ei merkitystä (1)	0	16
Jonkin verran (2)	5	28
Keskimääräisesti (3)	3	45
Paljon (4)	0	55
Erittäin paljon (5)	0	29
<b>Yhteensä</b>	<b>8</b>	<b>173</b>
<b>Vertailtava p-luku</b>	<b>0,01</b>	

Tilannetekijöiden vaikutuksen vertailussa p-luku on 0,01, joka jää selvästi alle merkitsevyystason 0,05. Tämän testin mukaan tilannetekijöiden prosenttiosuuksilla ei siis ole yhteneväisyyttä. Tämän tutkimuksen mediaani tilannetekijöille on 2 ja keskiarvo 2,375. Tilannetekijöillä on jonkin verran merkitystä tämän tutkimuksen yrityksiin. Liitteen D mukaan teollisuusyrityksille on tilannetekijöille suurempi merkitys, kuin tämän tutkimuksen laserleikkausyrityksille. Seuraavaksi tiedustellaan liitteen E kysymystä 4 yritysten tärkeimmistä strategioista taulukko 11.

**Taulukko 11.** Yritysten tärkein strateginen tavoite.

Tärkein strateginen tavoite	Tämä tutkimus	Liite D
Maksimaalinen voitto	0	23
Tavoitevoitto	3	10
Maksimaalinen liikevaihto	0	3
Tavoiteliikevaihdo	0	5
Maksimaalinen kannattavuus	3	40
Tavoitekannattavuus	2	35
Tavoitemarkkinaosuus	0	4
<b>Yhteensä</b>	<b>8</b>	<b>120</b>
<b>Vertailtava p-luku</b>	<b>0,19</b>	

Strategisen tavoitteen vertailun p-luku on 0,19. Tutkimuksilla on selkeää yhteneväisyyttä prosenttiosuuksissa. Vertailtavissa tutkimuksissa erottuu suhteellisen selkeästi tavoitevoiton ja maksimaalisen kannattavuuden saavuttaminen suosituimpina strategioina. Lisäksi liikevaihdon ja voiton maksimointi näyttäisi saavan paljon vähemmän painoarvoa. Yhteneväisyyden perusteella voidaan päätellä strategisten tavoitteiden pysyneen melko samanlaisina Liitteen D tutkimuksesta. Seuraavaksi tiedustellaan yritysten hinnoittelustrategioita (LIITE E kysymys 5), jotka jakautuvat seuraavasti taulukko 12.



**Taulukko 12. Hinnoittelustrategiat.**

Hinnoittelustrategia	Tämä tutkimus	Liite D
Kiinteän hinnan strategia	2	38
Markkinoiden valtaamisstrategia	0	4
Kermankuorintastrategia	0	24
Kustannusten seuraaminen	6	52
<b>Yhteensä</b>	<b>8</b>	<b>118</b>
<b>Vertailtava p-luku</b>	<b>0,31</b>	

Hinnoittelustrategian vertailussa p-luku on 0,31. Tutkimuksilla on tältä osin havaittavissa selkeää yhteneväisyyttä prosenttiosuuksissa. Kustannusten seuraaminen on suurella todennäköisyydellä säilynyt liitteen D tutkimuksen ajoista käytetyimpänä strategiana. Kiinteän hinnan käyttäminen näyttäisi tulevan yhtä selkeänä kakkosena. Tämä on loogista kustannusperusteisten menetelmien käytön vuoksi taulukko 4. Nämä kaksi hinnoittelustrategiaa ovat yhdistettävissä omakustannushinnoittelumalliin luku 2.3. Laseryritykset näyttäisivät välttelevän kermankuorintastrategian käyttöä, toisin kuin Liitteen D tutkimuksen yritykset. Tämä tukee teoriaa luvussa 2.3.

Seuraavaksi perustellaan lomakkeen (LIITE E) kysymykset 6-11. Luvun 2.3 teorian mukaan toimintahinnoittelun käyttäminen olisi kasvussa. Tästä johtuen nähdään tarpeelliseksi esittää yrityksille (LIITE E kysymys 6), joka käsittelee toimintahinnoittelun käyttöastetta taulukko 13. Kysymysten 6-11 tuloksia arvioidaan toteutuneilla frekvensseillä ja sisäistä luottamusta arvioivalla Cronbachin alfa -kertoimella luku 1.4.1. Cronbachin alfa -kerrointa on käytetty hinnoittelututkimuksissa aiemminkin luku 2.5. Tämä tukee sen käyttöä myös tässä tutkimuksessa.

**Taulukko 13. Toimintolaskenta.**

Toimintolaskenta		
Pisteet (1-5)	n=8	Pisteet
ei käytä (1)	1	1
vähän (2)	0	0
joskus (3)	2	6
säännöllisesti (4)	2	8
paljon tai jatkuvasti (5)	3	15
<b>Summa</b>		<b>30</b>
<b>keskiarvo</b>		<b>3,8</b>
<b>Mediaani</b>		<b>4</b>

7/8 vastaajista käyttää siis säännöllisesti toimintolaskentaa hyödyksi hinnoittelussaan. Toimintolaskennalle annetaan siis yleisesti todella paljon painoarvoa mediaanin ollessa 4 ja keskiarvon 3,8. Taulukon 5 mukaan yksikään yrityksistä ei kuitenkaan käytä toimintahinnoitteluun lukeutuvaa ABC- kalkkyliä. Tästä voidaan päätellä, että toimintolaskentaa käytetään todennäköisesti vain aputyökaluna. Kysymys saattaa olla myös epäonnistuneesta toimintahinnoittelun käyttöönottamisesta. Tämä taas voi johtua toimintahinnoittelun suuresta työmäärästä luku 2.2. Toimintahinnoittelun voidaan joka tapauksessa sanoa teorian ja tämän tutkimuksen tulosten valossa olevan hiljalleen lisääntymässä.

Seuraavaksi tiedustellaan havainnoinnin luku 3.1 ja teemahaastattelujen liitteen B kysymyksen 10 aikana esille tulleita kustannustekijöitä (LIITE E kysymys 7). Kustannustekijöiden painoarvoa on hinnoittelua varten erittäin tärkeä arvioida, jotta voidaan perustella tekijöiden hinta yksitellen luku 2.3.1. Taulukossa 14 arvioitujen kustannustekijöiden selitteet on esitelty luvussa 2.4.

**Taulukko 14. Kustannustekijöiden merkitys.**

Kustannustekijät n=8 Pisteet (1-5)	1	2	3	4	5	6	7	8	Summa	Keskiarvo	Mediaani
Työaika	4	4	4	4	5	5	5	5	36	4,5	4,5
Palkkakustannukset	2	3	4	4	4	5	5	5	32	4,0	4,0
Materiaalikustannukset	3	4	4	4	4	5	5	5	34	4,3	4,0
Työkoneiden käyttöaste	1	2	2	4	4	4	4	4	25	3,1	4,0
Laskutus/kirjanpito	1	1	1	1	2	2	3	4	15	1,9	1,5
Huollot	1	2	2	2	2	2	3	4	18	2,3	2,0
Markkinointi	1	1	2	2	2	2	3	4	17	2,1	2,0
Hukkamateriaali	2	3	3	3	3	4	4	5	27	3,4	3,0

Vastausten mukaan työajat, palkkakustannukset ja materiaalikustannukset erottuvat selkeästi suurimpina kustannuserinä teollisuusyrityksissä. Laskutus ja huollot jäävät sen sijaan selvästi vähemmälle huomiolle hinnoittelupäätöksissä. Työajan korostuminen lisää toimintolaskennan tärkeyttä laskennassa luku 2.2.

Seuraavaksi kysyttiin myyjän vaikutusvaltaa hinnoittelupäätöstä tehtäessä (LIITE E kysymys 8) taulukko 15. Myyjän päätösvallan laajuudella haluttiin selvittää yritysten hinnoittelun joustamisen tasoa. Kohdeyritys Meyer Oy ilmoitti myös haluavansa tietää, paljonko alalla on tapana antaa myyjälle joustovaraa.

**Taulukko 15. Myyjän päätösvalta.**

<b>Myyjän päätösvalta hinnoittelussa</b>		
<b>pisteet (1-5)</b>	<b>N=8</b>	<b>Pisteet</b>
Ei ole (1)	0	0
Vähän (2)	1	2
Jonkin verran (3)	2	6
Merkittävästi (4)	5	20
paljon (5)	0	0
Pisteet yhteensä		<b>28</b>
Keskiarvo		<b>3,5</b>
Mediaani		<b>4</b>

Myyjän päätösvalan mediaaniksi muodostui 4 ja keskiarvoksi 3,5. Tämä tulos kertoo siitä, että myyjälle annetaan merkittävästi valtaa neuvotella hinnoista itsenäisesti. Tämä on linjassa sen kanssa, että laserleikkausala on tutkimukseen osallistuneiden yritysten mukaan hyvin kilpailtua ja vaatii aktiivista joustamista hinnoittelussa (LIITE E kysymys 12). Samainen tulos on toisaalta ristiriidassa perinteisen kustannuslaskennan kanssa, jota nämä samat yritykset pääosin käyttivät (taulukot 4 ja 5). Ristiriita johtuu siitä, että perinteinen omakustahinnoittelu on teorian mukaan melko joustamaton luku 2.3.1.

Seuraavaksi tiedustellaan paljonko yritykset käyttävät hinnoittelussa hyödyksi jälkilaskentaa (LIITE E kysymys 9). Jälkilaskennasta kysyttiin, onko sen käyttäminen pääasiallinen tapa määrittää yrityksen kustannukset. Lisäksi myös teorian mukaan yritykset hyödyntävät toteutuneita kustannuksia laskelmissaan luku 2.1.1. Tulokset jakautuvat seuraavasti taulukko 16.

**Taulukko 16. Jälkilaskenta.**

<b>Jälkilaskennan käyttäminen</b>		
<b>pisteet (1-5)</b>	<b>N=8</b>	<b>Pisteet</b>
Ei käytetä (1)	0	0
Vähän (2)	1	2
Joskus (3)	1	3
Merkittävästi (4)	3	12
paljon (5)	3	15
<b>Yhteispisteet</b>		<b>32</b>
<b>Keskiarvo</b>		<b>4</b>
<b>Mediaani</b>		<b>4</b>

Kaikki tutkimukseen vastanneet yritykset siis käyttävät jälkilaskentaa, mutta sen käyttöaste vaihtelee suuresti. Mediaanin ja keskiarvon mukaan tutkimukseen osallistuneet yritykset käyttävät merkittävästi jälkilaskentaa. Tämä viittaisi siihen, että hinnat määritetään pääosin edellisten tilausten kustannusten mukaan. Tämä taas olisi hyvin linjassa perinteisen vähäjoustoisen omakustannushinnoittelun periaatteissa luku 2.3.1. Lomakekyselyn lopuksi kysyttiin yritysten tyytyväisyyttä ja kehitystarpeita hinnoittelulleen (LIITE E kysymykset 10 ja 11). Tulokset jakautuivat seuraavasti taulukko 17.

**Taulukko 17.** Tyytyväisyys omaan hinnoittelujärjestelmään.

Tyytyväisyys omaan hinnoitteluun		
Pisteet (1-5)	n=8	Pisteet
Tyytymätön (1)	0	0
Vähän (2)	0	0
Keskimääräisesti (3)	3	9
Hyvin tyytyväinen (4)	4	16
Erittäin tyytyväinen (5)	1	5
Yhteispisteet		30
Keskiarvo		3,8
Mediaani		4

Tyytyväisyyskyselyn mediaaniksi tuli 4 ja keskiarvoksi 3,8. Tutkimukseen osallistuneet yritykset ovat siis hyvin tyytyväisiä omaan järjestelmäänsä. Tämä antaa syytä uskoa, että ottamalla käyttöön samat järjestelmät myös kohdeyrityksessä tullaan olemaan tyytyväisiä. Yritysten hinnoittelujärjestelmien kehitystarpeet esitellään taulukossa 18.

**Taulukko 18.** Hinnoittelujärjestelmän kehityksen tarve.

Kehityksen tarve		
pisteet (1-5)	n=8	Pisteet
Ei ole kehitettävää (1)	0	0
Vähän (2)	3	6
Jonkin verran (3)	3	9
Merkittävästi (4)	2	8
Paljon (5)	0	0
Yhteispisteet		23
Keskiarvo		2,9
Mediaani		3

Kehitystarpeen mediaani on 3 ja keskiarvo 2,9. Tutkimukseen osallistuneiden yritysten mielestä kehitystarvetta on jonkin verran. Pääosin tämä on linjassa taulukon 17 tulosten

kanssa. Kaksi yritystä löysi merkittävästi parannettavaa omasta järjestelmästä. Näiden kahden yrityksen kohdalla syntyy ristiriita taulukon 17 tuloksiin verrattuna.

### 3.3 Tutkimusten tulokset ja päätelmät

Tutkimus aloitettiin havainnoinnilla ja teemahaastattelulla. Havaintojen isoin huomio kiinnittyi erittäin lyhyeen leikkausaikaan sen osuuden ollessa vain työajasta (3,7 %). Arvoa tuottamattomat ajat aiheuttavat valtaosan työaikaan liittyvistä kustannuksista. Leikkausraporttien (LIITE C) avulla kyettiin selvittämään lisäksi suojakaasujen osuudet työstössä. Alumiinin kuluu raporttien mukaan enemmän työaika kuin muihin teräksiin. Tämän vuoksi tehtiin päätös rakentaa hinnoittelumallit materiaalikohtaisesti. Materiaalien leikkausvahvuudet ovat 1-5 mm välillä taulukko 2. Pienet aineenvahvuudet tukevat kuitula-serin käyttämistä leikkaukseen kuva 12.

Teemahaastattelun onnistuminen oli kaksijakoinen. Kustannustekijöihin tavoiteltiin haastatteluista vahvempaa kantaa kuin lopulta saatiin. Vain toinen työnjohtajista nimesi osan kustannustekijöistä, joita teorian mukaan on enemmän luku 2.4. Haastattelun jälkeen käytiin avointa keskustelua työnjohtajien kanssa teoriasta tehtyihin kustannuslöydöksiin. Haastatteluista tuli yllättäen ilmi useita kehityskohteita, joita esitellään työn loppupuolella luvussa 5. Näitä kehityskohteita ovat puutteelliset piirustukset, substanssiosaamisen puutteellisuus ja tuotannonohjauksen järjestäminen. Näistä kehityskohteista esitellään työn lopulla toimenpide-ehdotuksia.

Lomaketutkimuksen ongelmaksi muodostui aineiston analyysin rakentaminen, jota ei tultu ajatelleeksi ennen lomakekyselyn lähettämistä. Tämän vuoksi kaikki kysymykset eivät ole työn osalta relevantteja. Työn luotettavuus onnistui  $\chi^2$  vertailutestin ja Cronbachin alfa -kertoimen ansiosta tyydyttävästi. Tutkimuksesta olisi todennäköisesti saatu tarkempia ja luotettavampia tuloksia käyttämällä enemmän aikaa lomakkeiden kysymysten asetteluun.

Liitteen D vertailtavana käytettävän tutkimuksen teollisuusyrityksistä kustannusperusteista hinnoittelua käytti 68/119 yritystä. Tämän tutkimuksen yrityksistä kaikki kahdeksan yritystä käyttävät kustannusperusteista hinnoittelua taulukko 4. Tutkimusten vertailussa prosentiosuuksissa oli selkeää yhteneväisyyttä p-luku 0,19. Lukumääriin perustuvassa vertailussa laserleikkausyritykset näyttäisivät käyttävän kustannusperusteista hinnoittelua vielä muita teollisuusyritysaloja enemmän. Havaittiin, että sopivin menetelmä Meyerin käyttöön on kustannusperusteinen laskentamenetelmä. Se palvelee asetettuja tavoitteita parhaiten.

Normaalikalkyyli oli aiemmassa tutkimuksessa selkeästi käytetyin kalkyyli menetelmä, sen osuuden ollessa yli 50 % (LIITE D). Tässä tutkimuksessa normaalikalkyylien käyttäjiä oli vain kaksi taulukko 5. Tutkimusten vertailussa prosenttiosuudet eivät olleet yhteneväisiä p-luku 0,04. Tämän tutkimuksen kalkyylien käytöt näyttäisivät siis jakautuvan enemmän. 5/8 näistä yrityksistä käyttää taulukon 5 mukaan katteisiin perustuvaa hinnoittelua luku 2.3.1. Toisaalta kustannustekijät kyettiin selvittämään melko tarkasti [Liite A, B ja C]. Tämä tukee valintaa keskimääräiskalkyylin- ja normaalikalkyylin väliltä (kaavat 7 ja 8). Meyer Oy haluaa olla mahdollisimman asiakaslähtöinen yritys, eikä tavoittele laserleikkauksesta isoja voittoja. Tämän vuoksi valittiin hinnoittelua varten normaalikalkyyli, jossa käyttämättömän kapasiteetin kustannukset jäävät Meyerin maksettavaksi kaava 8 ja kuva 6. Käytännössä tämä hinnoittelumenetelmä on lisäyslaskennallinen omakustannushinnoittelu, jonka luominen on määritelty luvussa 2.3.1.

Aiemman tutkimuksen (LIITE D), isoimmat katteisiin vaikuttavat tekijät olivat tavoitetuotto ja kilpailu markkinoilla. Tämän tutkimuksen vastauksissa tavoitetuoton osuus arvioitiin yhtä lailla korkeaksi p-luvun ollessa 0,83 taulukko 6. Kilpailemisen markkinoilla sen sijaan ei nähdä vaikuttavan katteisiin yhtä paljon p-luku 0,00 taulukko 8. Kysynnän ja hintasopimusten vaikutukset katteisiin ovat tässä tutkimuksessa kilpailua hiukan suuremmat. Tilannetekijöiden vaikutukset jäivät suhteellisen pieniksi. Omakustannushinnoittelu itsessään toteuttaa tavoitetuoton vaikutusta katteisiin enemmän kuin muihin neljään tekijään luku 2.3.1.

Yritysten käytetyimmät strategiset tavoitteet osoittautuivat vertailussa melko yhteneväisiksi p-luku 0,19 taulukko 11. Absoluuttisia lukuja tarkasteltaessa huomataan, että kannattavuustavoitteet ovat samansuuntaisia molemmissa tutkimuksissa. Toisaalta tämän tutkimuksen laseryrityksistä kolme nimesi tavoitevoiton tärkeimmäksi tavoitteeksi. Tämä on suhteellisesti isompi osuus, kuin vertailtavana olevassa tutkimuksessa taulukko 11.

Kustannusten seuraaminen osoittautui käytetyimmäksi hinnoittelustrategiaksi molemmissa tutkimuksissa p-luku 0,31 taulukko 12. Kaksi yritystä vastasi käyttävänsä päästrategiana kiinteän hinnan strategiaa. Kaikkien kahdeksan tutkimukseen osallistuneen laserleikkausyrityksen strategiat tukevat omakustannushinnoittelun käyttämistä luku 2.3.

7/8 tämän tutkimuksen yrityksistä käyttää toimintolaskentaa jossain määrin taulukko 13. Toisaalta taulukon 5 mukaan yksikään ei käytä toimintahinnoittelua aktiivisiin hinnoittelupäätöksiin. Kiinnostuksen toimintahinnoittelua kohtaan voidaan sanoa jonkin verran li-

sääntyneen liitteen D tutkimuksesta. Toimintohinnoittelussa tasoitetaan omakustannushinnoittelun aiheuttamaa yli- ja alihinnoittelua luku 2.2. Lisäksi toimintohinnoittelussa pystytään tutkimaan asiakaskannattavuuksia (luku 2.3.1 viimeinen kappale).

Toimintohinnoittelua tukee lisäksi työajan erittäin suuri merkitys kustannuksiin taulukko 14. Tämän taulukon tuloksia tullaan kohdistamaan kustannusten osuuksien mukaan hinnoittelua luotaessa (luvut 3.4 ja 3.5). Lomakekyselyn otoksen ollessa näin pieni, kustannustekijöiden vaikutusta ei voida yleistää koskemaan muita teollisuudenaloja.

Taulukon 15 tulokset myyjän päätösvalalle osoittautuivat hiukan yllättäviksi, kun niitä peilataan suhteellisen jäykkiin hinnoittelumenetelmiin, joita nämä yritykset käyttävät. Meyer Oy toivoo tältä työltä suhteellisen tarkasti määritettyä kustannusrakennetta ja hinnoittelua. Näillä perusteilla myyjälle ei tule jäämään merkittävää päätösvaltaa hinnoittelumenetelmän kanssa.

Jokainen tutkimukseen osallistunut yritys vastasi käyttävänsä jälkilaskentaa jossain määrin hyödykseen. Taulukon 16 Mediaani on 4 ja keskiarvo 4,0. Tämän mukaan yritykset käyttävät kustannusten jälkilaskentaa merkittävällä tasolla suunnitellessaan uusia hintoja. Kohdeyrityksen kanssa sovittiin, ettei jälkilaskentaa oteta tämän työn osalta laajempaan tarkasteluun.

Tutkimukseen osallistuneet olivat pääosin hyvin tyytyväisiä omaan hinnoittelujärjestelmäänsä taulukko 17. 5/8 näistä yrityksistä käyttää katteisiin perustuvaa hinnoittelua taulukko 5. Tällä perusteella ei voida varmuudella sanoa, että tähän järjestelmään tullaan olemaan tyytyväisiä. Voidaan kuitenkin haastattelujen (Liite B) perusteella todeta, ettei aiempaan kiinteän hinnan strategiaan oltu Meyerillä tyytyväisiä. Yritykset löysivät hinnoittelujärjestelmästä jonkin verran kehitettävää taulukko 18. Tämä on ymmärrettävä tulos ja kertoo siitä, ettei hinnoittelua voi nopeasti muuttuvassa teknologiassa jättää jälkeen.

Kysymysten 6-11 (taulukot 13-18) sisäistä luotettavuutta arvioitiin Cronbachin alfa-kerrotoimella kaava 1 luvussa 1.4.1. Cronbachin alfan arvoksi muodostui 0,76, mikä kertoo hyväksyttävästä sisäisestä luotettavuudesta. Kysymysten 6-11 vastauksia voidaan pitää laseryritysten osalta luotettavina. Erityisen hyvästä arvosta ei kuitenkaan ole kyse.

Kohdeyritys Meyerin tulevaksi päähinnoittelumenetelmäksi valittiin kaikkien tutkimusten jälkeen omakustannushinnoittelu. Lisäksi vaihtoehtoiseksi hinnoittelumenetelmäksi valittiin kustannuksiin perustuva toimintohinnoittelu. Seuraavissa luvuissa (3.4 ja 3.5) esitellään näiden mallien rakentaminen.

### 3.4 Oma kustannuslaskentamalli

Omakustannushinnoittelussa lasketaan yhteen tuotannon kaikki välilliset ja välittömät kustannukset. Tämä on syntyneen tuotteen omakustannusarvo. Tätä arvoa pidetään aina myytävän tuotteen vähimmäishintana, jonka alle tuotetta ei myydä. Tähän summaan lisätään haluttu voittolisä. Laskentamallissa olennaisinta on kustannusten tarkka määrittäminen hinnoittelun kannalta luku 2.3.1

Euromääräiset hinnat ovat salaista tietoa, joten kustannustekijöiden hinnat esitetään prosenttiosuuksina. Työntekijän tekemän työn kustannukset lasketaan tähän malliin yrityksessä etukäteen sovitulla kiinteällä tuntihinnalla, johon lisätään yleiskustannuslisä. Yleiskustannuslisän kerroin on 25 % tuntihinnasta. Tuntihintaa voidaan malliin muuttaa asiakkaan tai tuotteen vaihtuessa. Itse kustannuslaskentamalliin luvun 2.4 palkat- ja työnantajan sivukulut yhdistetään yhdeksi nimikkeeksi selkeyttämisen vuoksi. Tämä nimike on **työntekijän työ**. Tähän kategoriaan huomioidaan taulukon 14 painoarvot työajalle ja palkkakustannuksille. Laskenta tapahtuu kaavan (12) mukaan. **Työntekijän työn** prosenttiosuus omakustannushinnoittelun kokonaisarvosta on lopulta 65-70 %. Työnjohtajien aiheuttamia kiinteitä kustannuksia ei huomioida tässä laskelmassa vaan ne lasketaan erikseen tuonnempana.

$$\text{Työntekijän työ (€/t)} = (\text{Palkat} + \text{Työnantajan sivukulut}) + 25 \% \quad (12)$$

$$\text{Työntekijä työ} = xx \text{ €/t}$$

Suojakaasuna käytetään happea tai typpeä ja se aiheuttaa kiinteitä kustannuksia luku 2.7.3. Kaasujen kulutuksen litramäärät on arvioitu työnjohtajien haastatteluissa (Liite B). Arvioit perustuvat kaasupattereiden vaihtotiheyteen, joten niissä esiintyy epätarkkuutta. Happea käytetään vain puhtaan teräksen leikkaamiseen ja sitä kuluu vuodessa 9 600 litraa. Hapen kulutus työtuntia kohden lasketaan kaavalla (13), jossa 2112 työtuntia on arvioitu vuoden keskimääräinen työaika laserilla (Liite B).

$$\text{Kulutettu happi (l)} = \frac{9\,600 \text{ litraa (l)}}{2112 \text{ työtuntia (t)}} \quad (13)$$

$$\text{Kulutettu happi} = 4,55 \text{ l/t}$$

Hinnoittelulisänä käytetään kulutettua happimäärää tuntia kohden. Kaasun litrakohtaiset hinnat saadaan toimittajilta ja niitä voidaan näin mallissa helposti muuttaa.



Samalla periaatteella lasketaan typen kulutus, joka on 53 760 litraa vuodessa (Liite B). Tyypellä leikataan galvanoidut teräkset, ruostumattomat teräkset ja alumiinit. Tuntikoh-  
tainen hinta saadaan kaavalla (14).

$$Kulutettu\ typpi\ (l) = \frac{53\ 760\ litraa\ (l)}{2112\ työtuntia\ (t)} \quad (14)$$

$$Kulutettu\ typpi = 25,5\ l/t$$

Typpi on laskutustietojen mukaan 21 % happea kalliimpaa. Typpilisä on hinnoittelussa  
siis selkeästi happilisää korkeampi. Typen suhteellinen hinta nousee myös sen kulutuk-  
sen ollessa happea isompi tuntia kohden. Hinnat annetaan yleensä 50 litran kaasupul-  
lolle. Kaasun materiaalisin kerroin lasketaan kaavalla (15).

$$Kerroin = \frac{25,5\ l/t\ (typpi)}{50\ l} \quad (15)$$

$$Kerroin = 0,51$$

Tästä kertoimesta lasketaan lopullinen kaasulisä kaavalla (16).

$$Kaasulisä\ typelle\ (€/t) = 0,51(Typpi) * Typen\ hinta\ (50\ l) \quad (16)$$

Tähän nimikkeenä omakustannusmallissa toimii **kaasulisä**. Prosenttiosuudet koko ar-  
vosta vaihtelevat happea käytettäessä 1,5-2 % välillä ja typpeä käytettäessä 9,6-12,4 %  
välillä.

Samalla periaatteella lasketaan kerroin ja tuntuksa hapelle.

Raaka-aineiden kustannukset luku 2.4 lasketaan myös tehtyjä työtunteja kohden. Yrityk-  
sen leikkausraporttien (LIITE C) mukaan raaka-aineita kuluu taulukon 19 mukaisesti.

**Taulukko 19. Raaka-aineiden kulutus.**

Materiaali	Kulutus (kg)	Hukkakerroin	Yhteensä (kg)	Työtunnit	kg/tunti	kg/tunti (15 %)
Teräs	3960	1,15	4554	2112	1,88	2,16
Ruostuma- ton teräs	2821	1,15	3244	2112	1,34	1,54
Alumiini	703	1,15	809	2112	0,33	0,38

Raaka-aineita menee haastattelujen (LIITE B) mukaan keskimäärin hukkaan 15 % työtä kohden. Taulukon 19 kg/tunti lasketaan kulutetun raaka-aineen ja työtuntien osamääränä. Yrityksen halutessa voidaan laskutus hukkamateriaalista lisätä malliin helposti. Tällöin lasketaan taulukon 19 yhteensä sarakkeen kilot ja työtuntien osamäärä. Raaka-aineiden kilohinnat selviävät laskuista tai yrityksen toimittajilta. Nimike **materiaalilisä** lasketaan yksinkertaisesti kaavalla (17). Prosenttiosuus kustannuksista vaihtelee käytetyn materiaalin mukaan. Teräksen prosenttiosuus omakustannusarvosta on 2,1-2,2 %, alumiinille 1,4 % ja ruostumattomalle teräkselle 5,3 %.

$$\text{Materiaalilisä teräkselle} \left( \frac{\text{€}}{t} \right) = 1,88 \text{ kg (teräs)} * \text{Teräksen kilohinta (€)} \quad (17)$$

Vuoden aikana kertyy Huoltolisäkustannuksia luku 2.4. Huoltolisä lasketaan näin työtuntia kohden kaavalla (18). Nimikkeenä toimii **huoltolisä**, jonka euromääräinen arvo on jokaisessa mallissa sama. Prosenttiosuus mallien välillä vaihtelee 3,1-4,2 % välillä.

$$\text{Huoltolisä} \left( \frac{\text{€}}{t} \right) = \frac{\text{Kiinteä vuosikustannus (€)}}{2\,112 \text{ työntuntia (t)}} \quad (18)$$

Kiinteät palkat huomioidaan laskelmissa samalla periaatteella kuin huoltolisä. Lisäksi siihen huomioidaan myös työstölaserin osuus (10 %) tuotannosta. Muuten kiinteitä palkkoja käsitellään laskelmissa kuin normaaleja palkkoja luku 2.4. Yhden henkilön arvioitu vuosityöaika on lomat huomioiden 2112 tuntia (Liite B). Laskelmiin on huomioitu myös kesälomat. Maksettaessa kiinteitä palkkoja useammalle henkilölle kerrotaan työtunnit henkilöiden lukumäärällä. **Kiinteiden palkkojen** lisä muodostuu kaavalla (19). Kiinteiden palkkojen lisä kolme työnjohtajaa huomioiden vaihtelee 8,6-11,5 % välillä.

$$\text{Kiinteiden palkkojen lisä} \left( \frac{\text{€}}{t} \right) = \frac{\text{Kiinteät vuosipalkat (€)}}{2\,112 \text{ työntuntia (t)}} * 0,10 \quad (19)$$

Laserkone kuluttaa Meyerin mittausten mukaan sähköä tunnin aikana keskimäärin 45 kilowattia (Liite B). Näin kokonaiskulutus saadaan kaavalla (20). **Laserin sähkönkulutuksen** prosenttiosuus kokonaisarvosta vaihtelee 2,9-3,8 % välillä. Euromääräinen hinta on sähkölle joka mallissa sama. Sähkön hinta on määritetty tarkkaan luvussa 2.4.

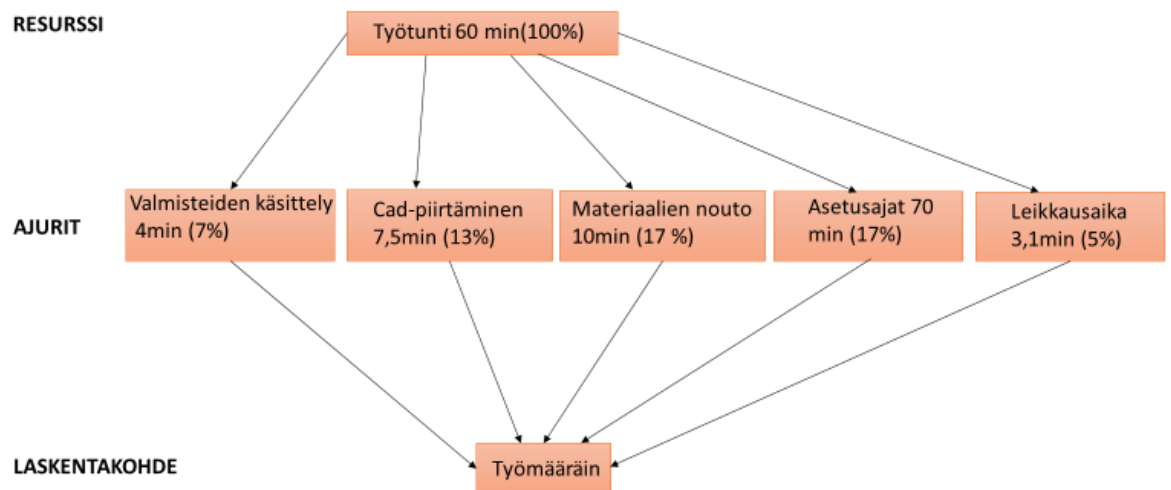
$$\text{Sähkölisä} \left( \frac{\text{€}}{t} \right) = 45 \text{ kW} * \text{Sähkön hinta €/kWh} \quad (20)$$

Kun kaikki edellä lasketut kustannuslisät summataan, saadaan tuotannon omakustannusarvo yhtä työtuntia kohden. Tähän lisätään yrityksen haluama voittolisä, joka voidaan

ilmaista euroina tai prosentteina. Lopuksi summataan omakustannusarvo ja voittolisä, josta muodostuu suoritteen lopullinen hinta.

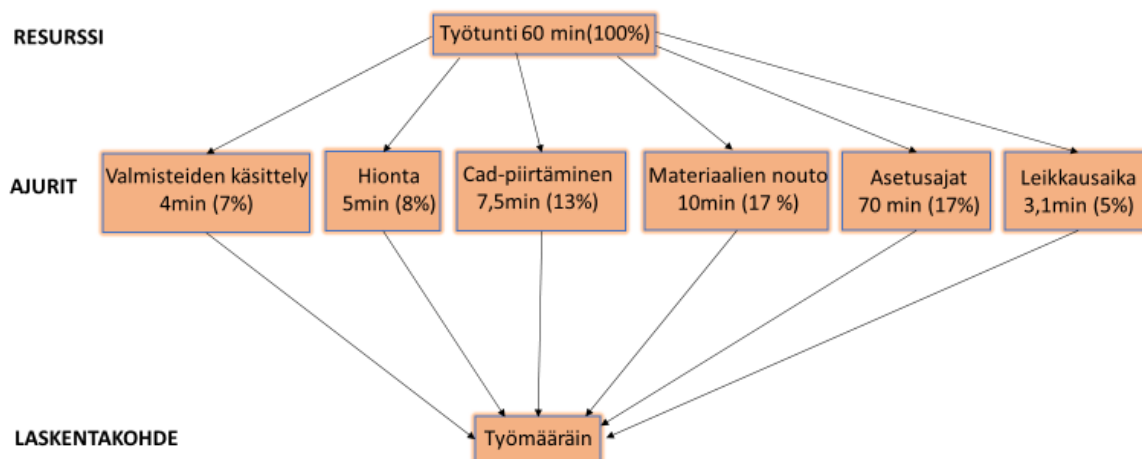
### 3.5 Toimintomalli

Vaihtoehtoinen malli on toimintoperusteinen hinnoittelumalli. Toimintolaskennassa selvitetään riittävä määrä kustannusajureita ja lasketaan näiden työajat. Työajat jaetaan osuuksiin ja näin saadaan laskettua toimintokohtainen kustannus. Työtunti on resurssi, josta muodostetaan laserleikkauksessa tarvittavat ajurit luku 2.2. Nämä ajurit muodostavat laskentakohteen, jolle kustannukset kohdistuvat. Työvaiheet ovat samat lukuun ottamatta alumiinia, johon kuuluu lisäksi osien hiominen. Sekametallien ajurit muodostuvat kuvan 19 mukaisesti.



**Kuva 19.** Sekametallien toimintoajurit.

Alumiinin ajurit näyttävät kuvan 20 mukaisilta.



**Kuva 20.** Alumiinin toimintoajurit.

Omakustannusmallissa perusteena käytettiin työtunnin aiheuttamaa kiinteää kustannusta. Tässä mallissa tuo kiinteä kustannus kohdistetaan kuvien (19, 20) ajurien prosentiosuuksien mukaan ja lasketaan kaavan (21) tapaan.

$$\text{Asetusaikojen kustannus} = 0,17 * \text{työtunnin kustannus} \quad (21)$$

Samalla periaatteella lasketaan muiden ajurien aiheuttamat kustannukset. Sekametalliversion yhteisaika on 34,6 min ja alumiinin 39,6 min. Tällä ei ole lopullisessa laskennassa merkitystä, koska laskentakohde on aina yhdelle työmääräimelle (LIITE C). Toisin sanoen sekametalleja valmistuu 1,73 työmääräintä ja alumiinia 1,52 työmääräintä tuntia kohden. Lopullinen laskutus on siis näiden työmääräimien mukaista. Yleiskustannuslisä lasketaan samalla tavalla kuin omakustannushinnoittelussa huomioiden kulunut työaika.

Kun toimintojen kustannukset on laskettu, lisätään niihin kiinteät kustannukset. Nämä kustannukset kohdistetaan tuotantoon toimintokustannuksia yksinkertaisemmin. Suoja-kaasut kohdistetaan samalla tavalla kuin omakustannuslaskentamallissa. Lisäksi siinä huomioidaan, työtunnin aikana valmistuneet työmääräimet. Aiemmin kaavassa (16) laskettiin kaasulisä typelle. Nyt typen kaasulisä on kaavan (22) mukainen.

$$\text{Kaasulisä työmääräintä kohden (€)} = \frac{\text{Kaasulisä typelle } \left(\frac{€}{t}\right)}{1,52 \text{ tai } 1,73} \quad (22)$$

Materiaalilisä lasketaan toimintomallissa suoraan materiaalin kilohinnan mukaan. Nämä saadaan leikkausraportista.

Huoltokustannukset kohdistetaan tasaisesti kaikille töille. Huoltolisä lasketaan kiinteän vuosihuoltokustannusten ja työmääraimien lukumäärän osamääränä kaava (23).

$$\text{Huoltolisä (€)} = \frac{\text{Vuoden huoltokustannukset (€)}}{\text{Työmääräimet (kpl)}} \quad (23)$$

Kiinteät palkat lasketaan toiminnoissa kohdistamalla ne keskimääräisille työmääräimien lukumäärälle määritetyssä ajassa. Tästä saatu summa on kiinteiden palkkojen lisä toimintahinnoitteluun kaava (24).

$$\text{Kiinteiden palkkojen lisä (€)} = \frac{\text{Kiinteät palkat (€)}}{\text{Työmääräimet (kpl)}} \quad (24)$$

Sähkölisänä käytetään samaa arvoa kuin omakustannushinnoittelussa.

Kun kaikki kustannukset on laskettu, niin tuloksena on tuotteen omakustannusarvo, johon lisätään lopuksi haluttu voittolisä. Tästä muodostuu oma kustannushinnoitteluun yhdistetyn toimintolaskennan kokonaishinta.

## 4. TULOKSET

Pääasiallisena hinnoittelumenetelmänä on omakustannushinnoittelu ja vaihtoehtoisena omakustannushinnoitteluun yhdistetty toimintoperusteinen hinnoittelu.

Omakustannushinnoittelu malleja on yhteensä kahdeksan. Malleista neljä on talon sisäiseen hinnoitteluun ja toiset neljä alihankinnan hinnoitteluun. Pohjan perusmalli on taulukon 20 mukainen. Kaikkien omakustannushinnoittelu mallien tuloksena on €/t (euroa tunnissa). Prosenttiosuudet hinnoista on esitelty luvussa 3.4. Euromääräiset hinnat ovat salaista tietoa.

**Taulukko 20.** Omakustannushinnoittelu malli.

Työntekijän työ	xx €/t
Kaasulisä	xx €/t
Materiaalilisä	xx €/t
Huoltolisä	xx €/t
Kiinteät palkat (10 %)	xx €/t
Laserin sähkönkulutus	xx €/t
Voittolisä (xx €/t)	xx €/t
<b>Yhteensä (€/t)</b>	<b>xx €/t</b>

Toimintomallin pohja on taulukon 21 mukainen. Kaikkien toimintahinnoittelumallien tulokset ovat työmääräin kohtaisia hintoja (€). Hinnat perustuvat siis tuntihintojen sijasta toimintojen aiheuttamille kustannuksille. Malli rakennetaan luvun 3.5 mukaisesti

**Taulukko 21. Toimintomalli.**

<b>Resurssi</b>	<b>Toiminnon hinta (€)</b>
Asetusajat	xx
Cad-piirtäminen	xx
Materiaalin nouto	xx
Valmisteiden käsittely	xx
Leikkausaika	xx
<b>Toiminnot yhteensä</b>	xx
Kaasulisä	xx
Materiaalilisä	xx
Huoltolisä	xx
Kiinteät palkat	xx
Sähkö	xx
Voittolisä	xx
<b><u>Yhteishinta (€)</u></b>	<b><u>xx</u></b>

## 5. PÄÄTELMÄT JA JATKOKEHITYS

Tämän diplomityön tarkoituksena oli valmistaa kohdeyritykselle laserleikkeiden hinnoittelumalli. Hinnoittelun päivitykselle oli tarve, sillä vanha hinnoittelumenetelmä koettiin kankeaksi ja epätasa-arvoiseksi luku 1.1. Tutkimus suoritettiin lomakekyselyn, havainnoinnin ja teemahaastattelujen avulla. Tutkimuksen haasteeksi osoittautui aineiston suhteellisen pieni otoskoko sekä luotettavan tutkimusmenetelmän valinta.

Alussa oli tarkoituksena käyttää ainoastaan lomakehaastattelua luku 1.4.1 (LIITE E) ja leikkausraportteja (LIITE C). Lomakekysely lähetettiin 50 yritykselle tutkimuksen alkuvaiheessa ja siihen saatiin kahdeksan vastausta. Ongelmia tuli esille erityisesti lomakekyselyn analysoinnissa, johtuen otoskoon pienuudesta. Luotettavuuden parantamiseksi päätettiin käyttää monimenetelmällistä tutkimusotetta (triangulaatio) luku 1.4.4. Tutkimukseen otettiin tulosten tarkkuuden parantamiseksi mukaan laadullisia analyysimenetelmiä luku 1.4.5. Laadullisen aineiston keräys tapahtui havainnoinnin luku 1.4.2 ja teemahaastattelun (LIITTEET A ja B) avulla luku 1.4.3. Tulosten luotettavuuden varmistamiseksi lomakekysely lähetettiin uudestaan näihin kahdeksaan yritykseen. Tulokset käsiteltiin luvussa 3.2.

Havainnointi ja teemahaastattelu vahvistivat leikkausraporttien tuloksia kustannustekijöiden tarkkuudesta. Lomakekyselyn tulokset tukevat teemahaastatteluissa ilmi tulleita kustannustekijöiden vaikutuksia hinnoitteluun. Päätökset hinnoittelujärjestelmien rakentamisesta tehtiin lomakekyselyn tulosten pohjalta. Hinnoitteluun valikoituivat eniten lomakekyselyssä painoarvoa saaneet omakustannushinnoittelu ja toimintoperusteinen hinnoittelu luku 4. Suurin osa kustannustekijöistä on esitelty luvussa 2.4.

Lomakekyselyn luotettavan analysointitavan löytyminen osoittautui ongelmalliseksi pienen aineiston vuoksi. Lopulta  $\chi^2$  yhteensopivuustesti ja Cronbachin alfa -kerroin osoittautuivat tyydyttäväiksi analyysimenetelmiksi. Lomakekyselyn tuloksissa löytyi selkeitä yhteneväisyyksiä luvun 3.2 ja liitteen D tutkimukseen verrattuna. Toisaalta tulokset osoittivat, että analyysit eivät olleet samansuuntaisia tai yhteneväisiä. Voidaan sanoa, etteivät nämä tulokset ole tarpeeksi vahvoja laajoihin yleistyksiin.



Lomakekyselyn tulokset katejärjestelmien osalta ovat hyvin samansuuntaisia kuin monessa aiemmin tehdyssä tutkimuksessa luku 2.5. Tämä lomaketutkimus painottui laserseritykseen ja on suositeltavaa, ettei näitä tuloksia käytetä suoraan muilla teollisuuden aloilla. Tällä hetkellä nämä hinnoittelumenetelmät lienevät sopivia koskemaan juuri laserleikkausyrityksiä. Tämän tutkimuksen kustannustekijät ovat tarkasti kohdeyritykselle määritettyjä, joten ne eivät ole sellaisenaan sovellettavissa muihin alan yrityksiin.

Uuden hinnoittelujärjestelmän tuntihinnat ovat lähellä vanhan järjestelmän hintoja. Kustannusarviot ovat olleet aiemminkin siis hyvällä tasolla, mutta nyt voidaan hintoja kohdistaa huomattavasti tarkemmin. Tuloksena syntyi kaksi erilaista runkoa, jotka ovat molemmat Excel-taulukoissa. Omakustannushinnoittelussa ja toimintahinnoittelussa voidaan hintojen kohdistamisen painoarvoa muuttaa helposti. Uusilla malleilla voidaan perustella asiakkaille paremmin, mistä hintojen tekijät tulevat. Aikaisemmin kiinteän hinnan ollessa käytössä asiakkaiden oli luotettava, että Meyerin käyttämät hinnat ovat asianmukaisia. Nyt Meyerin niin halutessa on mahdollista esittää hintojen muodostumisesta numeerista dataa. Tällä Meyer kykenee lisäämään luotettavuuttaan asiakkaiden silmissä, kun hintojen kohdistukset on selkeästi perusteltu.

Työstölaserien toiminnalliset erot esiteltiin kirjallisuusuudessa. Meyer Oy:n käyttämä kuitulaser on selkeästi kustannustehokkain työstölaser ohutlevyjen leikkaukseen. Kuitulaser osoittautui myös huoltokustannuksiltaan selkeästi halvemmaksi vaihtoehdoksi kuin vaikka CO<sub>2</sub>-laser luku 2.6.2. Yli 10 millimetrin vahvuissa teräksissä CO<sub>2</sub>-laser voisi olla kuitulaseria toimivampi ja nopeampi vaihtoehto. Meyer Oy:n ohutlevytyöpajan levyjen aineenvahvuudet ovat taulukon 2 mukaisesti (1-5 mm). Kuitulaserin voidaan sanoa olevan paras laserkone Meyerin käyttöön.

Teemahaastatteluissa tuli esille muutamia kehityskohteita luku 3.3. Suurimmat ongelmat löytyivät piirustuksista ja tuotannonohjauksen järjestämisestä. Piirustusten tekeminen on jäänyt osaamisen puutteiden vuoksi pääosin yhden henkilön vastuulle. Piirustusten laadun parantamiseksi olisi suositeltavaa kehittää työntekijöiden substanssiosaamista luku 2.8.3. Tähän voisi olla ratkaisuna esimerkiksi kahden työntekijän välillä järjestettävä mentorointiohjelma luku 2.8.3. Siinä kokeneempi työntekijä voisi mentorointitapaamisissa opastaa, neuvoa ja tukea kokemattomampaa työntekijää laadukkaiden leikkauspiirustusten tuottamiseksi.

Toinen ilmi tullut ongelma on tuotannonohjauksen järjestämisessä luku 3.3. Tuotannonohjauksen järjestäminen vaikuttaa puutteelliselta ja kiireellisiä töitä laitetaan usein jonon ohi. Lisäksi työaika raporttien mukaan vain pieni osa työstä on laserleikkausta. Suurin osa työstä menee siis muihin arvoa tuottamattomiin vaiheisiin luku 2.8.1. Tämän vuoksi olisi suositeltavaa jatkossa tutkia, voidaanko laserin suhteellista leikkausaikaa kasvattaa. Tähän voisi auttaa tuotannonohjauksen kehittäminen käyttämällä esimerkiksi kaizen työpajoja luku 2.8.2. Kaizen työpajan järjestämiseksi voidaan edetä kuvien 15 ja 16 mukaisesti, joissa paneudutaan syvällisesti yhden ongelman ratkaisemiseen. Kaizen työpaikat perustuvat pieneen jatkuvaan parantamiseen ja niissä voi käyttää apuna tarkistuslistaa (LIITE F).

Muita tuotantoon liitettäviä kehityskohteita voisivat olla tuotannon segmentointi luku 2.3.4, sekä tuotannon ulkoistaminen ja työtehtävien kierrättäminen luku 2.8.2. Tuotannon segmentoinnissa selvitetään asiakaskannattavuutta ja tutkitaan, tulisiko asiakassuhdetta muokata. Jokainen asiakassuhde ei välttämättä ole kannattavuuden kanalta järkevä. Tuotannon ulkoistamisessa selvitetään, onko tilauksen tekeminen itse järkevää vai kannattaisiko työ ulkoistaa toimittajille kuva 17. Ulkoistaminen voi olla järkevää, jos luotettavalla toimittajalla on selkeästi parempi ydinosaaminen kuin omalla yrityksellä luku 2.8.3. Ulkoistamista kannattaa myös pohtia kustannustekijöiden kannalta. Työtehtävien kierrättäminen voi auttaa työntekijöitä kehittämään osaamistaan, kun tehtäviä vaihdetaan esimerkiksi viikoittain. Tehtävien kierrättämisellä voi myös olla positiivinen vaikutus työntekijöiden välisille henkilökemioille ja yhteistyölle.

Diplomityössä noudatettiin kuvan 1 kulkua. Tutkimuskysymyksiin saatiin seuraavat vastaukset.

#### **Tutkimuskysymys 1-** Onko kuitulaser paras laserkone kohdeyrityksen käyttöön?

Suurimmat erot ovat huoltokustannuksissa ja leikkausnopeuksissa taulukko 1 ja kuva 12. Kohdeyrityksen leikkausalue liikkuu 1-5 mm välillä. Teorian mukaan kuitulaser on selkeästi kustannustehokkain laser tällä leikkausalueella luku 2.6.2 ja 2.7.3.

#### **Tutkimuskysymys 2-** Millaisia hinnoittelumenetelmiä tunnetaan entuudestaan?

Tunnetuimmat menetelmät ovat kustannusperusteinen, kannattavuusperusteinen ja markkinalähtöinen hinnoittelu luku 2.3. Kustannusperusteiseen hinnoitteluun kuuluu useita versioita, kuten omakustannushinnoittelu, katetuottohinnoittelu ja toimintoperusteinen hinnoittelu luku 2.3.1.

**Tutkimuskysymys 3-** Mitä kustannustekijöitä on otettava huomioon laserleikkeiden hinnoittelussa?

Kaikki tekijät, jotka aiheuttavat kustannuksia on otettava huomioon laskelmissa. Suurimmat kustannustekijät selvitettiin teemahaastattelujen (LIITE B kysymyksen 10) ja lomakekyselyn (LIITE E kysymyksen 7) mukaan. Näitä ovat työajat, palkat, materiaalit ja työkalu- ja koneiden käyttöasteet. Kustannusten selitteet on käsitelty luvussa 2.4.

**Tutkimuskysymys 4-** Mihin vastaavia osia valmistavien alihankkijoiden hinnoittelu perustuu?

Lomakekyselyn (LIITE E) mukaan suosituinta on katetuottoon perustuvat kustannusperusteiset menetelmät. Toisaalta tutkimuksissa ilmeni, että tavanomaisista katehinnoituista oltaisiin siirtymässä hiljalleen toimintahinnoittelun suuntaan. Kustannuksiin perustuvasta hinnoittelusta sen sijaan tuskin ollaan lomakekyselyn perusteella luopumassa.

## 6. YHTEENVETO

Laserleikkausosien hinnoittelu on kokonaisuudessaan haastavaa työtä. Laserleikkaus on Suomessa erittäin kilpailtua ja hinnoittelualue hyvin kapea. Hinnoittelussa on kyettävä kulkemaan keskitietä, jotta asiakkaat ja kannattavuus säilyvät. Omakustannushinnoittelu ja omakustannushinnoitteluun yhdistetty toimintamalli ovat hyvin toimivia ratkaisuja yrityksen tämän hetkiseen tarpeeseen. Hinnoittelun tavoitteena on olla mahdollisimman tasapuolinen kaikille asiakkaille. Tämän vuoksi tässä työssä käytettyjä hinnoittelumenetelmiä on kehitettävä ja päivitettävä säännöllisesti.

Tämän työn toimet ja tavoitteet keskittyivät hinnoittelumenetelmän luomiseen melko vähäisillä lähtötiedoilla. Vanha hinnoittelujärjestelmä oli luotu kokemusperusteisesti siten, että tuotantotappioiden mahdollisuus oli minimoitu. Uudessa hinnoittelumenetelmässä hinta muodostuu yhdessä tilanteessa korkeammaksi ja toisessa matalammaksi. Vanhassa järjestelmässä hinta oli vakio. Hinnan kohdistaminen oli työn suurin yksittäinen tavoite, joka onnistui hyvin. Kohdistamista tulisi tarkastella säännöllisin väliajoin.

Uudet mallit ovat joustavia, joissa toimihenkilö voi helposti muuttaa yksikköhintoja asettamalla uusia arvoja Excel-taulukossa. Kustannuslaskenta suoritettiin useaan kertaan, sekä verrattiin niistä saatuja eroja ja niiden syitä. Hinnoitteluversioita syntyi suurimmista kustannuksista aiheuttaneista tekijöistä. Hinnoittelumallien pohjarakenteita on kaksi, joista muodostui yhteensä 16 versiota.

Diplomityön tärkeimmät tavoitteet luku 1.2 saavutettiin hyvin. Omakustannushinnoittelu menetelmä toteuttaa monipuolisuutta, mutta on samalla yksinkertainen. Lomakekyselyn luontia ja analysointia olisi pitänyt miettiä etukäteen enemmän. Kesken tutkimuksen valittu analysointimenetelmä heikentää osaltaan tuloksia ja tavoitteiden saavuttamista.

Kohdeyritys Meyer Oy on ottanut tämän työn omakustannushinnoittelumallin aktiiviseen käyttöön. Toimintahinnoittelumalli on toistaiseksi varajärjestelmänä, koska sen käyttäminen on osoittautunut suhteellisen haastavaksi. Toimintomalli vaatii toisin sanoen lisätarkastelua ja kohdeyrityksen omia resursseja, jotta sitä voidaan tehokkaasti hyödyntää. Ensivaikutelma omakustannushinnoittelun käytöstä on osoittautunut positiiviseksi.

## LÄHTEET

- [1] Akinlabi, E. T., Mahamood, R. M., Akinlabi, S. A., Advanced manufacturing techniques using laser material processing, Advances in civil and industrial engineering, IGI Global, 2016, s. 212.
- [2] Alasuutari, P., Laadullinen tutkimus 2.0, Viides painos, Osuuskunta Vastapaino, Tampere, 2011, s. 331.
- [3] Alhola, K., Toimintolaskenta, Talentum Media Oy, Helsinki, Suomi, 2016, s. 133.
- [4] Asplund, R., Kauhanen, M., Suomalainen palkkarakenne, Muutokset-syyt-seuraukset, Elinkeinoelämän tutkimuslaitos ETLA, Taloustieto Oy, Suomi, Helsinki, 2010. s. 180.
- [5] Belforte, A., 2018 was another record year contending with turmoil, Industrial laser solutions for manufacturing, 2019, saatavissa, Viitattu 19.8.2019, <https://www.industrial-lasers.com/cutting/article/16484552/2018-was-another-record-year-contending-with-turmoil>
- [6] Bergström, S., Leppänen, A., Yrityksen asiakasmarkkinointi, Hinnoittelumenetelmät, Edita Publishing Oy, Helsinki, Suomi, 2015, s. 464.
- [7] Dong, L., Samson, B., Fiber Lasers, Basics, Technology and Applications, Industrial Applications of Fiber Lasers, Crc Press, Yhdysvallat, 2016, s. 324.
- [8] Eklund, I., Kekkonen, H., Kannattavuuslaskennan taitajaksi, Toinen painos, Sanoma Pro Oy, Suomi, Helsinki, 2018, s. 261
- [9] Eriksson, P., Koistinen, K., Monenlainen tapaustutkimus: Kuluttajatutkimuskeskus tutkimuksia ja selvityksiä, Kuluttajatutkimuskeskus, Helsinki, Suomi, 2014, s. 55.
- [10] Eskola, J., Suoranta, J., Johdatus laadulliseen tutkimukseen, Kymmenes painos, Vastapaino, Tampere, Suomi, 2014, s. 268.
- [11] Gray, E. David., Doing research in the real world, Fourth edition, Sage Publications Ltd, Global edition, 2018, s. 813.
- [12] Guerreiro, R., Amaral, J. V., Cost-based price and value based price: are they conflicting approaches, Emerald publishing, Brazil, Sao Paulo, 2017, pp. 390-404.
- [13] Haverila, M. J., Uusi-rauva, E., Kouri, I., Miettinen, A., Teollisuustalous, Kuudes painos, Infacs Oy, Tampere, Suomi, 2009, s. 510.
- [14] Heinonen, M., Keinänen, T., Kärkkäinen, P., Konetekniikan perusteet, 12 painos, Sanoma Pro Oy, Helsinki, Suomi, 2016, s. 228.

- [15] Hesso, J., Hyvä liiketoimintasuunnitelma, Kolmas painos, Helsingin kamari Oy, Suomi, Helsinki, 2016, s. 198.
- [16] Hirsijärvi, S., Hurme, H., Tutkimushaastattelu, Teemahaastattelun teoria ja käytäntö, Gaudeamus Oy, Helsinki, Suomi, 2014, s. 214.
- [17] Ikäheimo, S., Lounasmeri, S., Walden, R., Yrityksen laskentatoimi, Katetuottolaskenta, Viides painos, WSOYpro Oy, Helsinki, Suomi, 2012, s. 300.
- [18] Indounas, K., The adoption of strategic pricing by industrial service firms, Emerald publishing, Greece, Athens, 2015, pp. 521-535.
- [19] Isosävi, J., Työnantajan sivukulut, 2018, Palkanlaskenta Oy, viitattu 8.8.2019. [https://www.palkkaus.fi/cms/article/tyonantajan\\_sivukulut](https://www.palkkaus.fi/cms/article/tyonantajan_sivukulut)
- [20] Järvenpää, M., Länsiluoto, A., Partanen, V., Pellinen, J., Talousohjaus ja kustannuslaskenta, Toinen painos, Sanoma Pro Oy, Suomi, Helsinki, 2013, s. 504.
- [21] Kauhanen, A., Maliranta, M., Rouvinen, P., Vihriälä, V., Työn murros riittääkö dynamiikka, Elinkeinoelämän tutkimuslaitos, Helsinki, Suomi, 2015, s. 112.
- [22] Kupias, S., Salo, M., Mentorointi 4.0, Talentum media Oy, Suomi, Helsinki, 2014, s. 273.
- [23] Laitinen, E.K., Kilpailukykyä hinnoittelulla, Kustannusperusteisen hinnoittelun periaate, Talentum Media Oy, Suomi, 2007, s. 345.
- [24] Laitinen, T., Laitinen, E. K., Yrityksen maksukyky- Arviointi ja ennakointi, KHT-Media Oy, Suomi, Helsinki, 2014, s. 288.
- [25] Lawrence, J., Pou, J., Low, D. K. Y., Toyserkani, E., Advanced in materials processing, What is a laser, Woodhead publishing in mechanical engineering, Oxford, Cambridge, New Delhi, Iso-Britannia, Intia, 2010, s. 848.
- [26] Liker, J. K., Toyotan tapaan, Kolmas painos, Readme.fi, Suomi, Helsinki, 2013, s. 323.
- [27] Lmai, M., Gemba kaizen, A commonsense approach to a continuous improvement strategy, Second edition, McGraw-Hill Professional, Global edition, 2012, s. 448.
- [28] Lutey, A. H. A., Ascari, A., Fortunato, A., Romoli, L., Long-pulse quasi-CW laser cutting of metals, Springer- Verlag- London Ltd, United Kingdom, London, 2017, pp. 155-162.
- [29] Manninen, O., Työelämäosaamisen käsikirja, Domus Print Oy, Suomi, Tampere, 2008, s. 370.
- [30] Metsämuuronen, J., Pienten aineistojen analyysi, Metodologia-Sarja 9, International Methelp Ky, Helsinki, Suomi, 2004, s. 268.
- [31] Modig, N., Åhlström, P., Tätä on lean: Ratkaisu tehokkuusparadoksiin, Seitsemäs painos, Rheologica publishing, Tukholma, Ruotsi, 2018, s. 167.

- [32] Orazio, S., Principles of lasers. Fifth Edition, Fiber Lasers, Springer, New York, Yhdysvallat, 2016, s. 620.
- [33] Pellinen, J., Kustannuslaskenta ja kannattavuusajattelu, Kolmas painos, Alma talent Oy, Helsinki, Suomi, 2019, s. 207.
- [34] Powell, J., Petring, D., Pocorni, J., Kaplan, A., LIA Guide to high power laser cutting, First edition, Laser institute of America, Orlando, USA, 2017, s. 128.
- [35] Priyono, A., Idris, F., 2018, Analysing the adoption of lean production in remanufacturing industry, Journal of industrial engineering and management, 11 (4), 697-714. <https://doi.org/10.3926/jiem.2614>.
- [36] Robert, K. Yin., Case study research and applications: Design and methods, Sixth edition, Sage Publications Ltd, Global edition, 2018, s. 317.
- [37] Rother, M., Toyota kata: Ihmisten johtamista kohti parantamista, mukautumista ja parempia tuloksia, Readme.fi, Suomi, Helsinki, 2011, s. 282.
- [38] Ruohomäki, I., Anttila, J. P., Heikkilä, A., Hentula, M., Kansola, M., Leino, K., Paro, J., Salmi, T., Parempiin tuotantostrategisiin päätöksiin, Teknologiateollisuus Ry, Helsinki, Suomi, 2011, s.156.
- [39] Rymaszewska, A., Lean implementation and a process approach an exploratory study, Emerald publishing, University of Vaasa, Suomi, Vaasa, 2017, pp. 1122-1137.
- [40] Salminen, J., Työntekijän vastuu ja työelämätaidot, Ensimmäinen painos, J-Impact Oy, Suomi, Helsinki, 2015, s. 242.
- [41] Soile, T., Yrityksen taloushallinto, Kannattavuus ja kustannuslaskenta, Yhdeksäs painos, Edita Publishing Oy, Helsinki, Suomi, 2014, s. 214.
- [42] Stevenson, J. W., Operations management, Thirteenth edition, McGraw-Hill education, Global edition, 2018, pp. 890.
- [43] Sun, Y., Aw, G., Loxton, R., Teo, K. L., An optimal machine maintenance problem with probabilistic state constraints, Information sciences, Elsevier Ltd, Global edition, 2014, pp. 386-398.
- [44] Suomen virallinen tilasto (SVT): Teollisuuden energiankäyttö [verkojulkaisu]. ISSN=1798-775X. 2017. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 8.8.2019]. Saantitapa: [http://www.stat.fi/til/tene/2017/tene\\_2017\\_2018-11-19\\_tie\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/tene/2017/tene_2017_2018-11-19_tie_001_fi.html)
- [45] Suomen virallinen tilasto (SVT): Työvoimakustannustutkimus [verkojulkaisu]. ISSN=1799-3261. 2016. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 8.8.2019]. Saantitapa: [http://www.stat.fi/til/tvtutk/2016/tvtutk\\_2016\\_2018-11-16\\_tie\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/tvtutk/2016/tvtutk_2016_2018-11-16_tie_001_fi.html)
- [46] Söderström, T., Stenbacka, J., Mäkinen, I., Katteella tulosta, Katetuottohinnoittelu, Sanoma Pro Oy, Helsinki, Suomi, 2017, s. 209.

- [47] Tilasto: Energian hinnat [verkkajulkaisu]. ISSN=1799-7984. 1. Vuosineljännes 2019. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 8.8.2019].Saantitapa: [http://www.stat.fi/til/ehi/2019/01/ehi\\_2019\\_01\\_2019-06-12\\_tie\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/ehi/2019/01/ehi_2019_01_2019-06-12_tie_001_fi.html)
- [48] Tuomi, J., Sarajärvi, A., Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi, Uudistettu laitos, Kustannusosakeyhtiö Tammi, Helsinki, Suomi, 2018, s. 204.
- [49] Uusi-Rauva, E., Neilimo, K., Johdon laskentatoimi, Kustannusten luokituksia, Edita Publishing Oy, Helsinki, Suomi, 2014 s. 366.
- [50] Valli, R., Ikkunoita tutkimusmetodeihin 1, Metodien valinta ja aineistonkeruu: Virikkeitä aloittelevalle tutkijalle, viides painos, PS-Kustannus, Jyväskylä, Suomi, 2018, s. 280.
- [51] Valli, R., Ikkunoita tutkimusmetodeihin 2, Näkökulmia aloittelevalle tutkijalle tutkimuksen teoreettisiin lähtökohtiin ja analyysimenetelmiin, viides painos PS-Kustannus, Jyväskylä, Suomi, 2018, s. 321.
- [52] Viitala, J., Jylhä, E., Liiketoimintaosaaminen: Menestyvän yritystoiminnan perusta, Kuudes painos, Edita Publishing Oy, Suomi, 2013, s. 406.
- [53] Ylikorkala, A., Hakonen, A., Hakonen, N., Nyman, K. H., Kokonaispalkitsemisen johtaminen- Ohjaa tai ajaudu, Alma talent Oy, Suomi, Helsinki, 2018, s. 156.



## **LIITE A: PUOLISTRUKTUROITU HAASTATTELU TYÖNTEKIJÖILLE**

Haastattelu Laserin työntekijöille:

1. Mikä sinua työssäsi motivoi?
2. Mitä työvaiheita teet laserleikkurilla?
3. Mitkä asiat laserleikkurilla vievät eniten aikaa?
4. Mitkä asiat sujuvat laserleikkurilla sujuvasti?
5. Mitkä seikat aiheuttavat eniten ongelmia laserleikkauksessa?
6. Arvioi kuinka pitkän ajan laserkone on käynnissä sellaisina päivinä, kun työskentelet koko työpäivän laserilla (8h)?
7. Miten työntekijöiden ja työnjohdon yhteishenki mielestäsi toimii?
8. Mitä kehittäisit laserleikkausprosessissa?

## **LIITE B: PUOLISTRUKTUROITU HAASTATTELU TYÖNJOHTAJILLE**

Haastattelu työnjohdolle:

1. Mikä sinua työssäsi motivoi?
2. Mitä työvaiheita laserleikkaukseen kuuluu?
3. Mitkä asiat laserleikkurilla vievät eniten aikaa?
4. Mitkä asiat sujuvat laserleikkurilla sujuvasti?
5. Mitkä seikat aiheuttavat eniten ongelmia laserleikkauksessa?
6. Arvioi kuinka pitkän ajan laserkone on käynnissä sellaisina päivinä, kun työntekijä on koko työpäivän laserilla (8h)?
7. Miten työntekijöiden ja työnjohdon yhteishenki mielestäsi toimii?
8. Mitä kehittäisit laserleikkausprosessissa?
9. Arvio paljonko on laserleikkauksen tuotanto-osuus koko ohutlevytyöpajasta?
10. Nimeä tähän kaikki kustannustekijät, jotka mielestäsi liittyvät laserleikkaukseen?

## LIITE C: LEIKKAUSRAPORTTI

[illegible]

## LIITE D: HINNOITTELUTUTKIMUS LÄHDE [23, S. 326- 336]

1. Mikä on yrityksenne pääasiallinen hinnoittelutapa?

	%	KPL
Kustannusperusteinen	57,14	68
Kilpailuperusteinen	30,25	36
Kysyntäperusteinen	10,08	12
Sopimusperusteinen	2,52	3
Yritysten lukumäärä	100	119

2. Mitä tuotekustannuslaskelman periaatetta yrityksenne käyttää?

	%	KPL
Minimikalkyyli	16,81	20
Keskimääräiskalkyyli	8,4	10
Normaalikalkyyli	52,1	62
ABC- kalkyyli	14,29	17
Muu kalkyyli	6,72	8
Kustannuksia ei lasketa	1,68	2
Yritysten lukumäärä	100	119

3. Miten voimakkaasti tekijät vaikuttavat tuotteelle laskettuun katteeseen? (N=173)

	Ei merkitystä	Jonkin verran	Keskimääräisesti	Pal- jon	Erittäin paljon
Tavoitetuotto	5,68	7,91	20,9	38,42	27,12
Kysyntä	3,98	9,66	31,25	37,5	17,61
Kilpailu markkinoilla	2,82	3,39	22,6	37,85	33,33
Hintasopimukset	20,57	12,57	27,43	24	15,43
Tilannetekijät	9,25	16,18	26,01	31,79	16,76

## 4. Mikä seuraavista on yrityksenne tärkein strateginen tavoite?

	%	KPL
Maksimaalinen voitto	19,17	23
Tavoitevoitto	8,33	10
Maksimaalinen liikevaihto	2,5	3
Tavoiteliikeyvaihto	4,17	5
Maksimaalinen kannattavuus	33,33	40
Tavoitekannattavuus	29,17	35
Tavoitemarkkinaosuus	3,333	4
Yhteensä	100	120

## 5. Mikä seuraavista vastaa parhaiten yrityksenne hinnoittelustrategiaa

Kiinteän hinnan strategia	32,2	38
Markkinoiden valtaamisstrategia	3,39	4
Kermankuorintastrategia	20,34	24
Kustannusten seuraaminen	44,07	52
Yritysten lukumäärä	100	118



5. Mikä seuraavista vastaa parhaiten yrityksenne hinnoittelustrategiaa

Kiinteään hinnan strategia  
 Markkinoiden valtaamisstrategia  
 Kermankuorintastrategia  
 Kustannusten seuraaminen


6. Käyttääkö yrityksenne kustannuslaskelmissa hyödyksi toimintolaskenta periaatetta?

Ei  
 Vähän  
 Jonkin verran  
 Säännöllisesti  
 Paljon  
 Jatkuvasti


7. Paljonko seuraavat yksittäiset kustannustekijät merkitsevät?

	Ei merkitystä	Jonkin verran	Keskimääräisesti	Paljon	Erittäin paljon
Työaika					
Palkkakustannukset					
Materiaalikustannukset					
Työkoneiden käyttöaste					
Laskutus/Kirjanpito					
Huollot					
Markkinointi					
Hukkamateriaali					

8. Paljonko tarjouksentekijä (myyjä) saa itsenäisesti sopia hinnasta asiakkaan kanssa?

Ei ollenkaan  
 Vähän  
 Jonkin verran  
 Merkittävästi  
 Paljon


9. Suoritetaanko yrityksessänne kustannusten jälkilaskentaa?

Ei ollenkaan	
Vähän	
Jonkin verran	
Merkittävästi	
Paljon	
Jatkuvasti	

10. Miten tyytyväinen olette oman yrityksenne hinnoittelujärjestelmään asteikolla 1-5?

1	
2	
3	
4	
5	

11. Olisiko hinnoittelujärjestelmässänne mielestänne kehitettävää?

Ei ollenkaan	
Vähän	
Jonkin verran	
Merkittävästi	
Paljon	

12. Vapaa sana (Tutkimuksen kysymyksen asettelu, relevanttius, oma mielipide yms).



## LIITE F: KAIZEN TARKISTUSLISTA

### Kaizenin tarkistuslista

Eliminoidi turha liikkuminen:

1. Voimmeko eliminoida liikkumisen, jota tapahtuu katsoessa tai valikoidessa jotakin?
2. Voimmeko eliminoida lisähuomioita tai arviointikykyä vaativien vaiheiden tarvetta?
3. Voimmeko eliminoida työkappaleen liikuttamisen tarpeen toisesta kädestä toiseen käteen?

Vähennä silmän liikuttelun tarvetta:

1. Voimmeko hyödyntää kuuloaistia tarvittavan tiedon saamiseksi ilman silmien liikuttelua?
2. Voimmeko käyttää lamppuja?
3. Voimmeko sijoittaa esineitä asiaankuuluvien operaattorien näkökenttään
4. Voimmeko käyttää eri värejä?
5. Voimmeko käyttää läpinäkyviä säiliöitä?

Yhdistä operaatioita:

1. Voiko prosessi käydä samalla kuin kannamme työkappaletta?
2. Voimmeko tarkastaa samalla kuin kannamme työkappaletta?

Kehitä työkohdetta:

1. Voimmeko sijoittaa materiaalit ja työkalut operaattorin eteen välittömään läheisyyteen?
2. Voimmeko sijoittaa materiaalit ja työkalut samaan ketjuun kuin itse työn?

Kehitä työkaluja, jigejä ja koneita:

1. Voimmeko käyttää osien ottamista helpottavia astioita?
2. Voimmeko yhdistää kaksi tai useampaa työkalua yhteen kokonaisuuteen?
3. Voimmeko korvata vivut ja kahvat yhdellä napinpainalluksella tehdenemme operoimisesta yhden liikkeen työn?